

# Virtualisation – Introduction

M346 – Concevoir et réaliser des solutions cloud

Jérôme Frossard

EPAI

11 septembre 2024

On peut dater la naissance du cloud à la mise sur le marché des premiers services web d'Amazon (AWS) au milieu des années 2000 :

- Simple Message Queue Service (SQS) en 2004
- Simple Storage Service (S3) et Elastic Compute Cloud (EC2) en 2006
- SimpleDB en 2007

Mais aucune innovation ne surgit du néant. Ces services sont nés d'un besoin et ont été rendus possibles par un ensemble de technologies développées et théorisées au cours des décennies précédentes. Les technologies liées à l'Internet, bien sûr, mais aussi celles liées à la virtualisation (calcul, stockage et réseau) que nous nous proposons d'explorer dans cette série de six présentations.

Le but de cette première présentation est d'introduire les notions de virtualisation et d'émulation, ce qui les distingue et la manière dont elles s'articulent.

# Qu'est-ce que la virtualisation ?

En informatique, on peut définir la virtualisation, de manière très large, comme le processus consistant à créer, à l'aide de systèmes logiciels, des abstractions de ressources physiques (serveurs, stockage, réseaux, etc.) pour les rendre disponibles sous une forme différente, généralement plus flexible et plus facile à gérer.

Une ressource virtuelle :

- Se présente sous une forme unifiée qui dépend peu des spécificités des ressources physiques sous-jacentes.
- Peut être configurée et contrôlée de manière interactive à l'aide d'interfaces utilisateur graphiques (GUI) ou en lignes de commande (CLI).
- Peut être configurée et contrôlée de manière automatisée à l'aide d'API par des scripts ou des programmes (p. ex., des outils d'orchestration).

Toutefois, ces avantages ont un coût, notamment en termes de performance.

Puisqu'elle repose d'une manière ou d'une autre sur des systèmes logiciels, la virtualisation d'une ressource consomme elle-même des ressources de calcul, de stockage et de réseau.

Limiter l'impact du système logiciel afin d'obtenir des performances proches de celles des ressources matérielles sous-jacentes est donc un enjeu majeur de la virtualisation. Diverses techniques ont été développées dans ce but :

- Support matériel pour la virtualisation du CPU et du MMU,
- Accès direct aux périphériques (carte réseau, GPU, etc.) et paravirtualisation (le driver communique avec l'hyperviseur plutôt qu'avec du matériel émulé),
- Utilisation de mémoires caches et de stockage à plusieurs niveaux,
- Prise en charge de certains protocoles directement par la carte réseau, etc.

Toutefois, la virtualisation est limitée par le fait que les ressources virtuelles et matérielles doivent être compatibles. Lorsque ce n'est pas le cas, l'émulation permet de dépasser cette limite, mais cela se fait au détriment des performances.

D'une certaine manière, on peut considérer qu'un système d'exploitation (SE) présente une forme virtualisée de l'ordinateur sur lequel il est installé.

Avec un ordinateur sans SE :

- L'interface utilisateur est minimale.
- Le chargement et l'exécution d'un programme sont une opération très compliquée.
- La quantité de mémoire et le nombre de CPU sont limités.
- Les caractéristiques des composants dépendent de la marque et du modèle.

Avec un SE :

- L'interface utilisateur est puissante et facile à utiliser.
- Le chargement et l'exécution d'un programme deviennent triviales.
- On peut exécuter autant de programmes qu'on veut, et la mémoire semble illimitée.
- Les caractéristiques des composants sont abstraites et unifiées.

# Qu'est-ce que l'émulation ?

L'émulation consiste à reproduire entièrement le comportement d'un système matériel à l'aide d'un système logiciel. Un émulateur permet d'exécuter sur du matériel courant du logiciel conçu pour du matériel incompatible, trop onéreux, ou devenu indisponible.

Par exemple :

- Utiliser une application x86 sur un système ARM, ou inversement.
- Simuler un équipement réseau à des fins de formation,
- Utiliser une console de jeu ancienne,
- Utiliser un mini-ordinateur des années 1970, etc.

Toutefois, comme chaque instruction doit être interprétée et traduite par l'émulateur pour l'adapter à l'architecture hôte, le coût en termes de performances est généralement beaucoup plus important que pour la virtualisation.

La virtualisation et l'émulation sont des technologies complémentaires :

- La virtualisation consiste à présenter du matériel existant sous une forme différente.
- L'émulation consiste à remplacer du matériel inexistant par une simulation logicielle.

Une ressource virtualisée, par exemple une machine virtuelle, correspond à un système matériel composé de nombreux éléments. La plupart des éléments correspondent à du matériel de l'hôte, mais pas tous.

L'émulation permet de simuler ces éléments. Par exemple :

- Une carte graphique.
- Un module de plateforme sécurisé (*trusted platform module* ou TPM).
- Un lecteur de CD-ROM ou de disquette.
- Une carte réseau (*network interface controller* ou NIC).