



Université Constantine 2
جامعة قسنطينة 2

Cloud Computing

– Cours 2 –

Chapitre 2 : La virtualisation

Dr. MENNOUR R.

Faculté des nouvelles technologies

rostom.mennour@univ-constantine2.dz

Etudiants concernés

Faculté/Institut	Département	Niveau	Spécialité
Nouvelles technologies	IFA	Master 1	Sci de Données et Intelligence A

Plan du cours

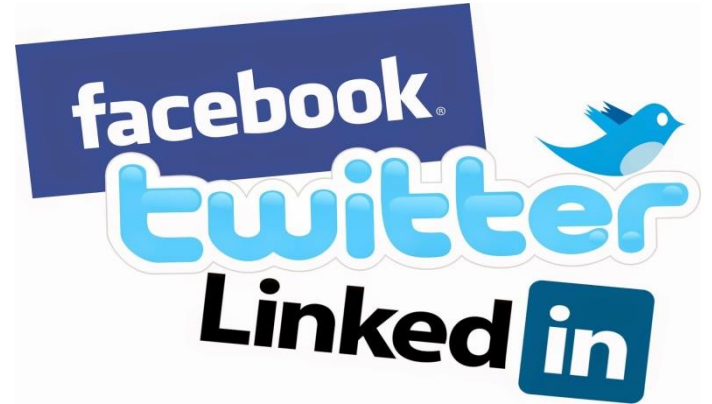
- **Comprendre la virtualisation**
- **Types de virtualisation**
- **Les techniques de virtualisation**
- **Les hyperviseurs**
- **Exemples de solution**
- **Conclusion**



Section 1 :

Comprendre la virtualisation

Comprendre la virtualisation



Qu'est ce que le virtuel ?

Le virtuel signifie tout ce qui n'est pas réel.

En informatique, c'est tout ce qui existe sur ordinateur ou sur internet uniquement (dans le monde numérique).

Comprendre la virtualisation

Définition

La virtualisation en informatique fait souvent référence à l'abstraction d'un composant physique en un objet logique.

- La première virtualisation grand public a été réalisée sur des ordinateurs centraux IBM dans les années 1960.
- L'article [1] décrit les rôles et les propriétés des machines virtuelles et des moniteurs de machines virtuelles que nous utilisons encore aujourd'hui.
- Selon leur définition, une machine virtuelle peut virtualiser toutes les ressources matérielles, y compris les processeurs, la mémoire, le stockage et la connectivité réseau, etc.

[1] Popek, G. J., & Goldberg, R. P. (1974). *Formal requirements for virtualizable third generation architectures. Communications of the ACM, 17(7), 412-421.*

Comprendre la virtualisation

Cas d'utilisation de la virtualisation :

- tester un OS sans l'installer sur votre machine physique ;
- s'assurer de la compatibilité d'une application avec différents OS ;
- utiliser une application dans un environnement particulier ;
- utiliser les fonctionnalités spécifiques d'un OS ;
- simuler une 2e machine et faire des tests de communication simples ;
- créer un petit réseau de plusieurs machines ;
- simuler des environnements multi-OS ;
- mutualiser des serveurs physiques et faire des économies ;
- partager un serveur physique en plusieurs serveurs virtuels ;
- rendre une architecture hautement disponible (HA) en améliorant sensiblement sa tolérance aux pannes ;
- migrer des serveurs virtuels sur de nouveaux serveurs physiques ;
- déployer un serveur virtuel à la volée .

Comprendre la virtualisation

Les avantages de la virtualisation :

- Moins de serveurs physiques
- Une meilleure disponibilité
- De meilleures performances
- Une meilleure sécurité
- Un gain dans les coûts
- La portabilité
- Un monitoring simplifié
- De la haute disponibilité
- Réduction de l'impact environnemental



Section 2 :

Les types de virtualisation

Types de virtualisation

La virtualisation peut prendre de nombreuses formes en fonction du type d'utilisation de l'application et de l'utilisation du matériel. Les principaux types sont énumérés ci-dessous

- Virtualisation de serveur / Virtualisation de matériel

fonctionne sur le principe qu'un serveur physique peut être constitué de plusieurs serveurs plus petits, consolidant essentiellement plusieurs serveurs physiques en serveurs virtuels exécutés sur un seul serveur physique principal. Chaque petit serveur peut héberger une machine virtuelle, mais tout le cluster de serveurs est traité comme un seul périphérique par tout processus demandant le matériel. L'attribution de ressources matérielles est effectuée par l'hyperviseur.

- Virtualisation des postes de travail

Le bureau de l'utilisateur est stocké sur un serveur distant, ce qui permet à l'utilisateur d'accéder à son bureau à partir de n'importe quel périphérique ou emplacement.

- Virtualisation de logiciel

Le processus par lequel un programme informatique est complètement séparé du système d'exploitation sous-jacent. À chaque exécution, il se comporte comme s'il interfaçait directement avec le système d'exploitation d'origine.

- Virtualisation de réseaux, Virtualisation de stockage.

Types de virtualisation

La virtualisation peut prendre de nombreuses formes en fonction du type d'utilisation de l'application et de l'utilisation du matériel. Les principaux types sont énumérés ci-dessous

- Virtualisation de serveur / Virtualisation de matériel

fonctionne sur le principe qu'un serveur physique peut être constitué de plusieurs serveurs plus petits, consolidant essentiellement plusieurs serveurs physiques en serveurs virtuels exécutés sur un seul serveur physique principal. Chaque petit serveur peut héberger une machine virtuelle, mais tout le cluster de serveurs est traité comme un seul périphérique par tout processus demandant le matériel. L'attribution de ressources matérielles est effectuée par l'hyperviseur.

- Virtualisation des postes de travail

Le bureau de l'utilisateur est stocké sur un serveur distant, ce qui permet à l'utilisateur d'accéder à son bureau à partir de n'importe quel périphérique ou emplacement.

- Virtualisation de logiciel

Le processus par lequel un programme informatique est complètement séparé du système d'exploitation sous-jacent. À chaque exécution, il se comporte comme s'il interfaçait directement avec le système d'exploitation d'origine.

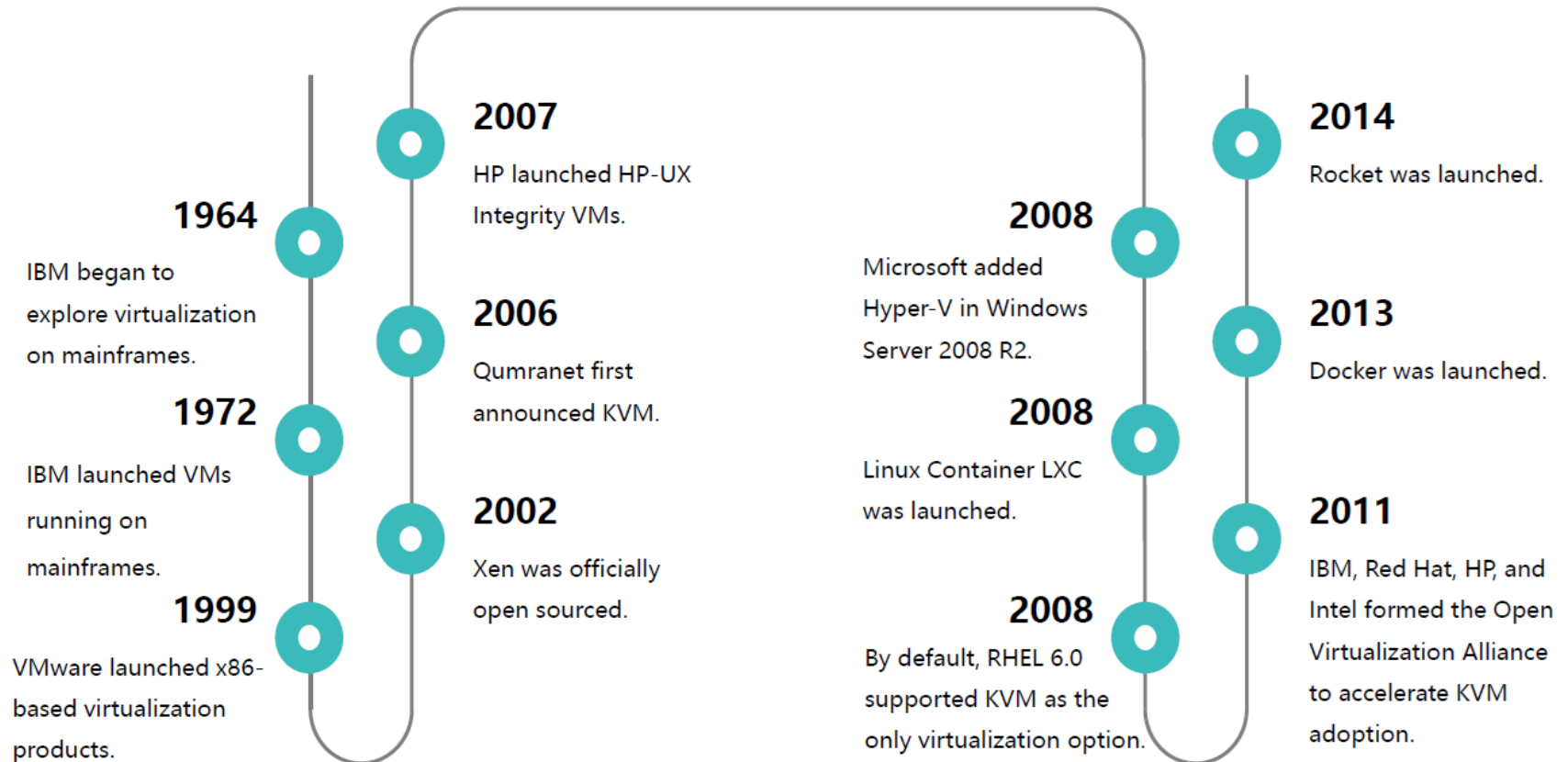
- Virtualisation de réseaux, Virtualisation de stockage.

Section 3 :

Les techniques de virtualisation

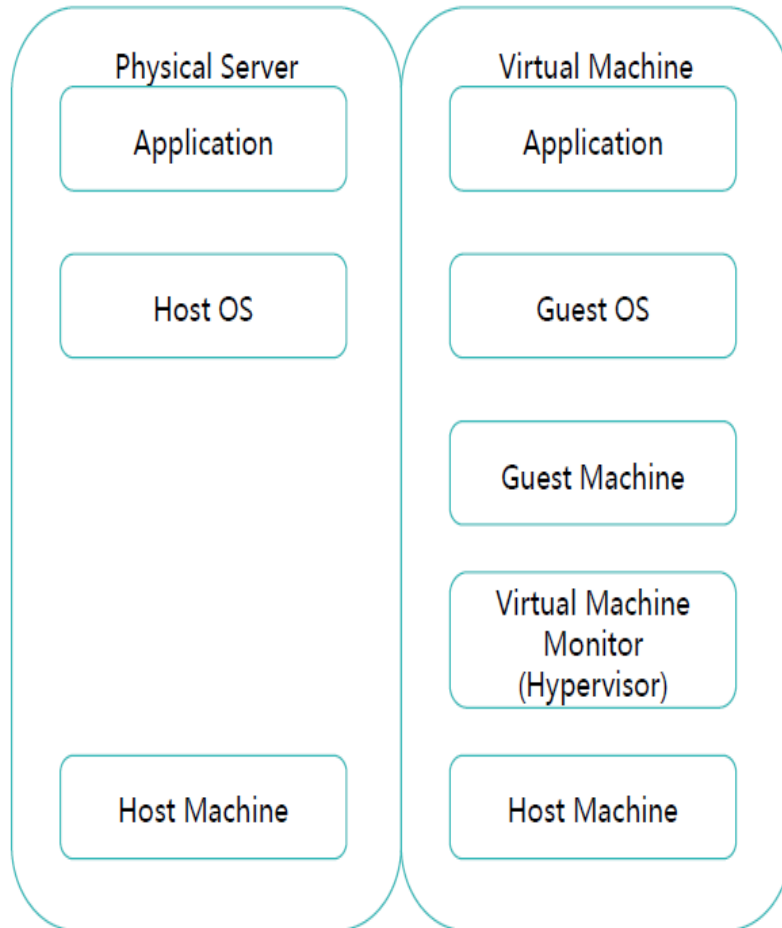
Les techniques de la virtualisation

Un peu d'histoire



Les techniques de la virtualisation

Concepts importants



- **SE Invité (Guest OS)**

Système d'exploitation qui tourne sur la VM

- **Machine Invitée (Guest Machine)**

La machine virtuelle créée par la virtualisation

- **Hyperviseur (VMM)**

La couche logiciel de virtualisation

- **SE Hôte (Host OS)**

Système d'exploitation qui tourne sur la machine physique

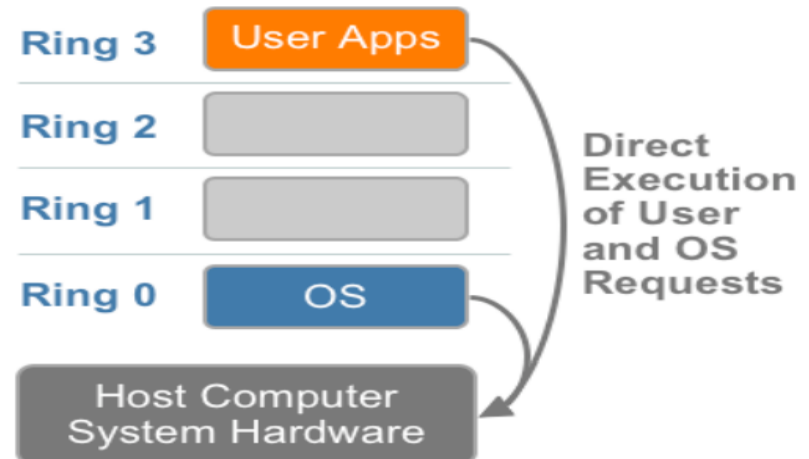
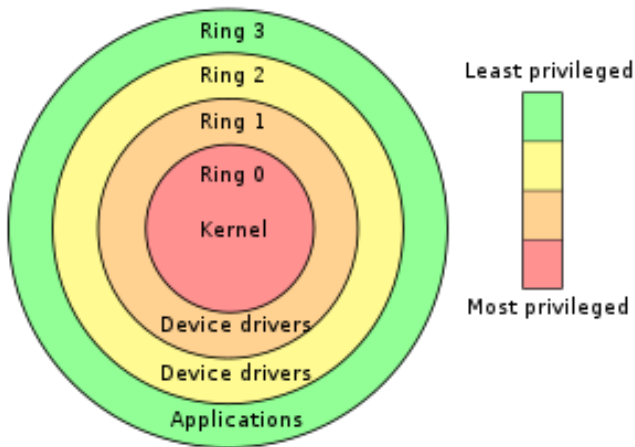
- **Machine Hôtesse (Host Machine)**

Machine physique.

Virtualisation de CPU

Architecture sans virtualisation

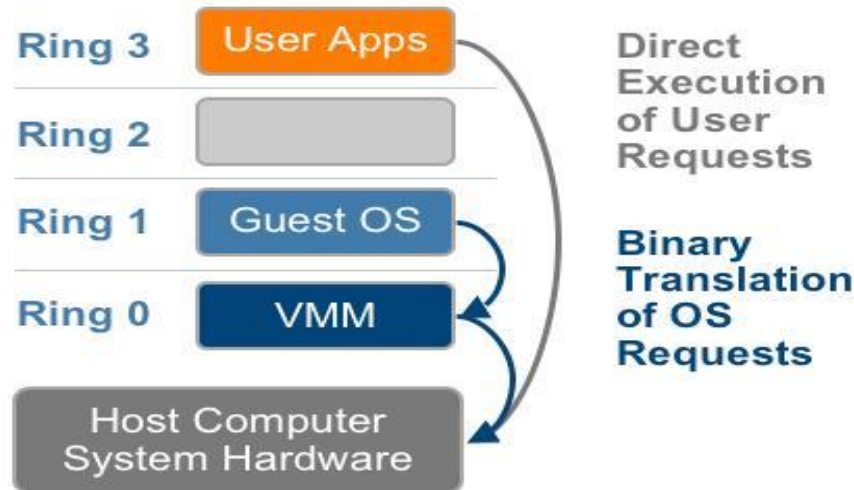
- L'architecture du CPU offre quatre niveaux de privilèges, appelés Ring 0, 1, 2 et 3, aux systèmes d'exploitation et aux applications pour gérer l'accès au matériel informatique.
- les applications de niveau utilisateur s'exécutent généralement dans Ring 3.
- le système d'exploitation doit avoir un accès direct à la mémoire et au matériel et doit exécuter ses instructions privilégiées dans Ring 0.
- certaines instructions sensibles ne peuvent pas être virtualisées car elles ont une sémantique différente lorsqu'elles ne sont pas exécutées dans Ring 0.



Virtualisation de CPU

Virtualisation complète (Full virtualization)

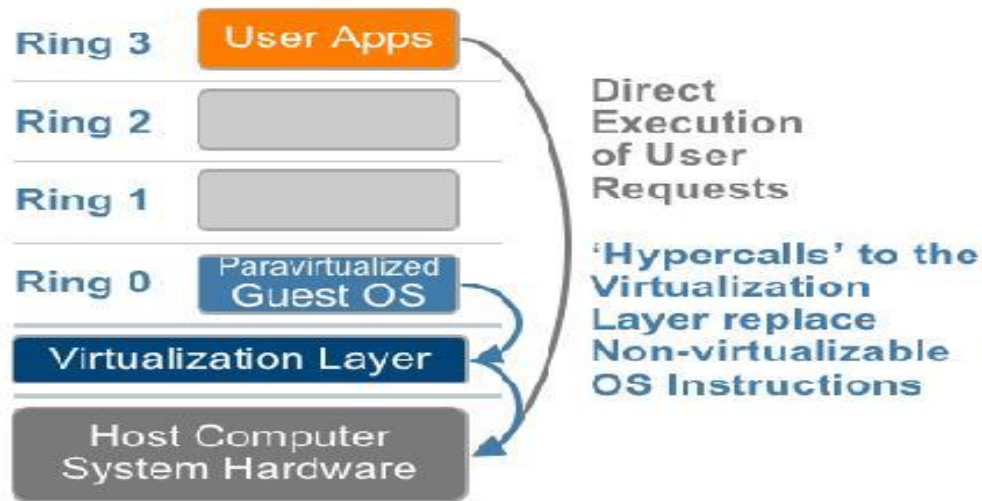
- Initialement développée par VMware.
- Les systèmes d'exploitation ne sont pas modifiés.
- Les systèmes d'exploitation n'ont pas conscience qu'ils s'exécutent sur un environnement virtuel.
- Les instructions critiques sont capturées et traduites à l'aide de la « *binary translation* ».



Virtualisation de CPU

Para-virtualisation

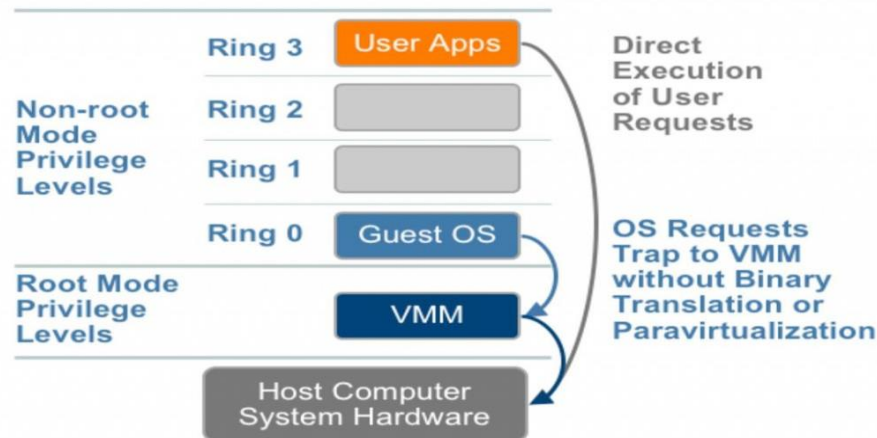
- initialement développée par IBM.
- Les systèmes d'exploitation invités sont modifiés.
- Les systèmes d'exploitation invités communiquent avec l'hyperviseur via des appels d' API (hypercalls).
- Plus performantes que la full virtualization.



Virtualisation de CPU

Virtualisation assistée par le matériel (Hardware assisted virtualization)

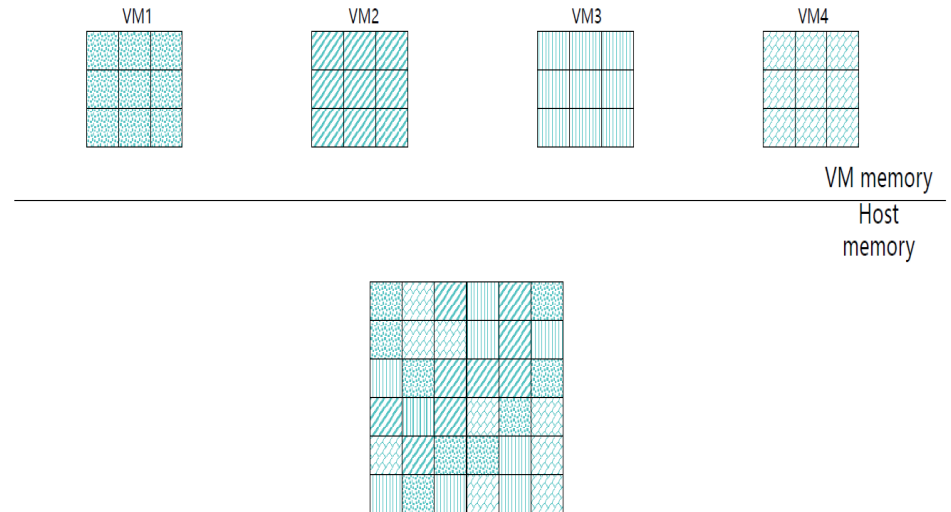
- Développée par les constructeurs Intel (VT-x) et AMD (AMD-V).
- Introduit un nouveau niveau d'accès privilégié, appelé ring -1, où l'hyperviseur peut s'exécuter. Par conséquent, les machines virtuelles invitées peuvent s'exécuter dans l'anneau 0.
- le système d'exploitation invité a un accès direct aux ressources sans aucune émulation ni modification.
- L'hyperviseur est allégé et doit effectuer moins de travail que les autres techniques mentionnées, ce qui réduit les coûts en performances.



Les techniques de la virtualisation

Virtualisation de mémoire

- **L'espace mémoire doit commencer par 0**
- **Il doit être continu**



Solution: Mapper les adresses

- Lorsqu'on fait la virtualisation de mémoire, on introduit un nouvel espace d'adressage.
- L'espace physique est mapper sur la machine virtuelle par le VMM
- L'invité aura l'impression de fonctionner sur l'espace physique

Les techniques de la virtualisation

Virtualisation d' E/S (I/O)

- **Emulation (Full Virtualization)**

simulation complète du matériel, par exemple, clavier et souris. L'accès à ce matériel dépend de la capture de l'attention par l'hôte et conduit à de mauvaises performances dans certains cas.

- **Paravirtualization**

L'accès aux pilotes matériels est transféré du frontend d'E/S au backend d'E/S. L'installation des pilotes para-virtualisés est indispensable.

- **IO-through**

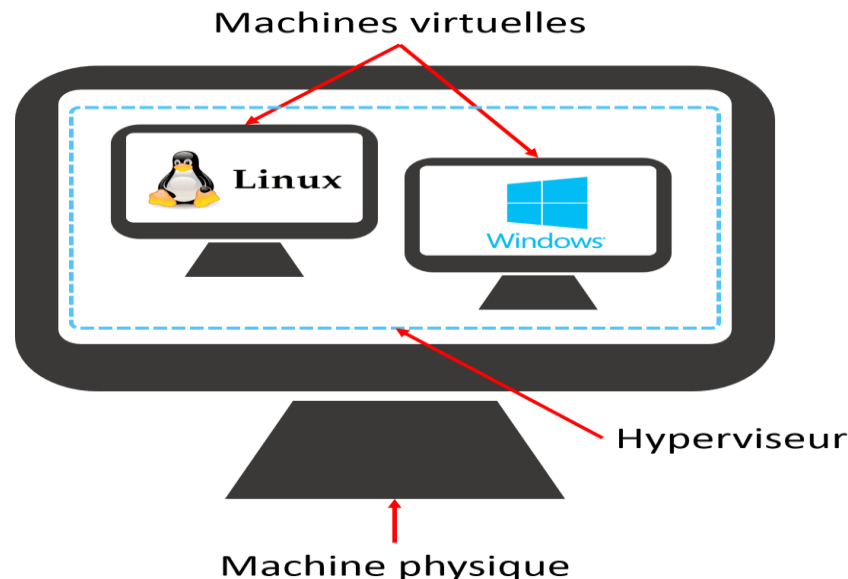
Les périphériques matériels sont directement alloués aux machines virtuelles. Chaque matérielle est limité à l'utilisation d'une seule machine virtuelle.

Section 4 : Les hyperviseurs

Les hyperviseurs

Qu'est ce qu'un hyperviseur

Au plus haut niveau, un hyperviseur est un arbitre de ressources. C'est un logiciel qui se situe entre les ressources physiques sur un serveur physique et les machines virtuelles qui s'exécutent sur ce serveur. Outre l'allocation de ressources, les hyperviseurs fournissent un environnement virtuel à ces charges de travail, activent les réseaux virtuels pour la communication entre les charges de travail et vers le monde extérieur, et proposent diverses formes de mise en cluster pour une haute disponibilité.



Les hyperviseurs

Les propriétés

Selon Popek et Goldberg, un hyperviseur doit présenter trois propriétés pour satisfaire correctement leur définition :

- **Fidélité** : L'environnement créé pour la machine virtuelle est essentiellement identique à la machine physique d'origine (matérielle).
- **Isolation ou sécurité** : Le VMM doit avoir le contrôle complet des ressources du système.
- **Performances** : Il devrait y avoir peu ou pas de différence de performances entre la VM et son équivalent physique.

Remarque

Comme la plupart des VMM ont les deux premières propriétés, les VMM qui répondent également au critère final sont considérés comme des VMM efficaces.

Les hyperviseurs

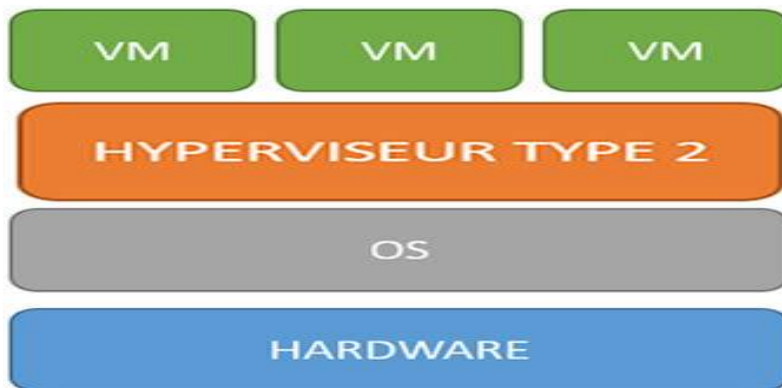
Les types

- **Hyperviseur de type 1**

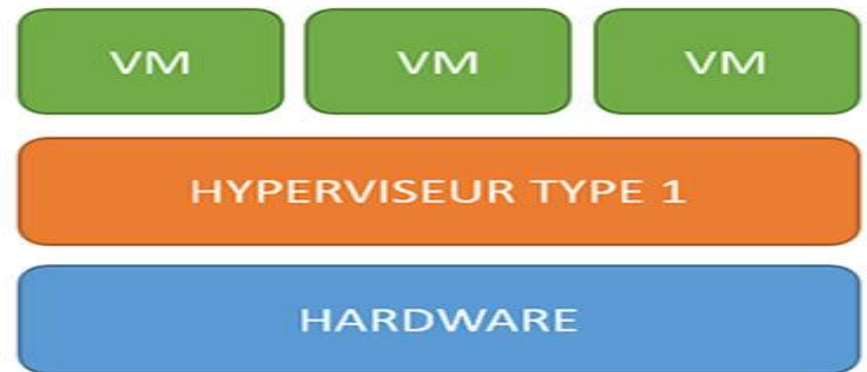
Un hyperviseur de type 1 s'exécute directement sur le matériel du serveur sans système d'exploitation situé en dessous. Comme il n'y a pas d'autre couche logicielle intermédiaire entre l'hyperviseur et le matériel physique, cette implémentation est également appelée implémentation à nu (bare-metal).

- **Hyperviseur de type 2**

Un hyperviseur de type 2 est lui-même une application qui s'exécute sur un système d'exploitation traditionnel. Le système d'exploitation réel gère déjà toutes les ressources matérielles et l'hyperviseur peut en tirer parti.



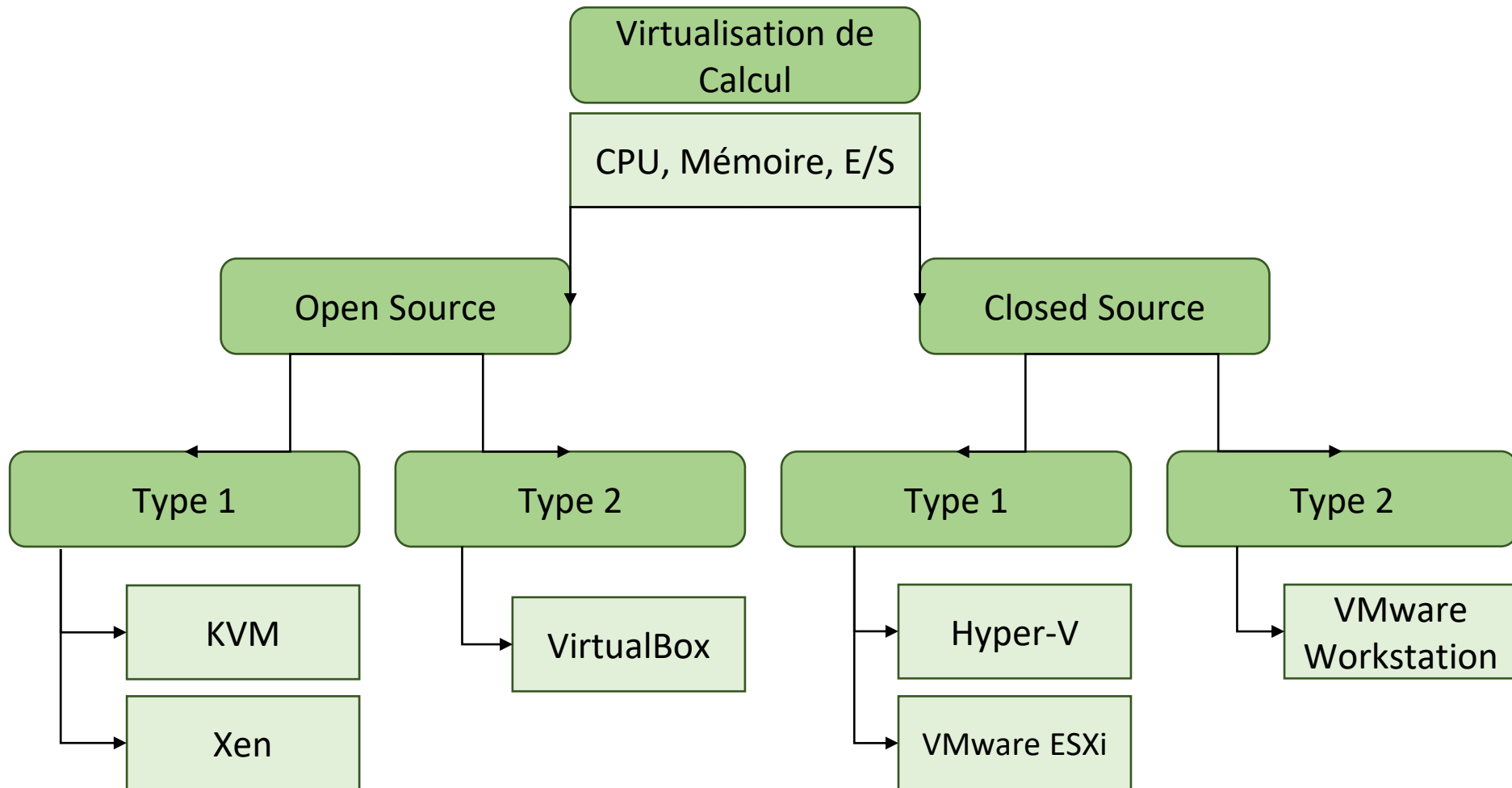
-a-



-b-

Section 5 : Exemples de solution

Exemple de solution



Exemples de solution

Hyperviseur de type 1

- **VMWare ESXi**

- Fondée en 1998, VMware a été la première entreprise à développer une solution de virtualisation x86 disponible dans le commerce.
- L'année suivante, la société publie son premier produit, Workstation 1.0, qui permet aux développeurs de créer et de travailler avec des machines virtuelles sur leurs postes de travail Windows ou Linux. Deux ans après cela,
- en 2001, ESX 1.0 et GSX 1.0 ont été publiés. ESX était un hyperviseur de type 1 et GSX, un hyperviseur de type 2.
- L'architecture d'origine d'ESX était composée de deux parties, l'hyperviseur lui-même, et un module de console basé sur Linux.
- ESXi a été développé avec le même noyau d'hyperviseur, mais sans la console de service.
- VMware a publié deux versions, ESX classique et ESXi, de la version 3.5 en 2007 à la version 4.1 en 2010.
- À compter de la version 5 de 2011, seule l'architecture ESXi est disponible.

Exemples de solution

Hyperviseur de type 1

- **Citrix Xen**

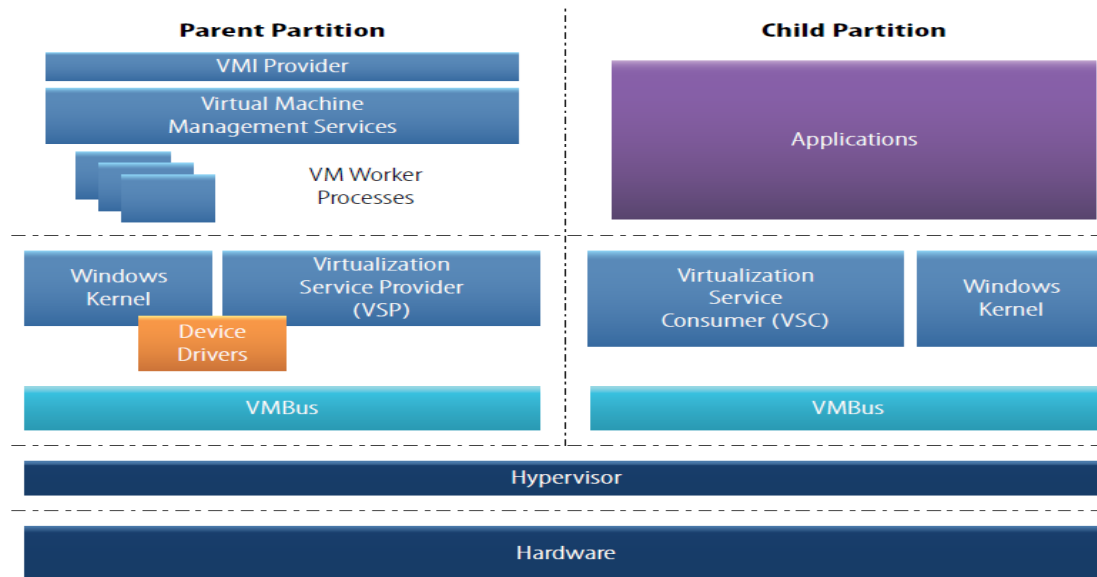
- L'hyperviseur Xen a commencé comme projet de recherche à la fin des années 90 à l'Université de Cambridge.
- En 2002, le code est devenu un projet open source.
- XenSource a été fondée en 2004 pour commercialiser l'hyperviseur Xen, mais le projet open-source est resté ouvert.
- En 2005, RedHat, Novell et Sun ont tous ajouté l'hyperviseur Xen à leurs offres de produits, le plaçant ainsi au premier plan.
- Deux ans plus tard, Citrix Systems a acquis XenSource pour compléter ses solutions de fourniture d'applications.
- En 2013, il a été annoncé que le développement de Xen deviendrait un projet collaboratif de la fondation Linux.

Exemples de solution

Hyperviseur de type 1

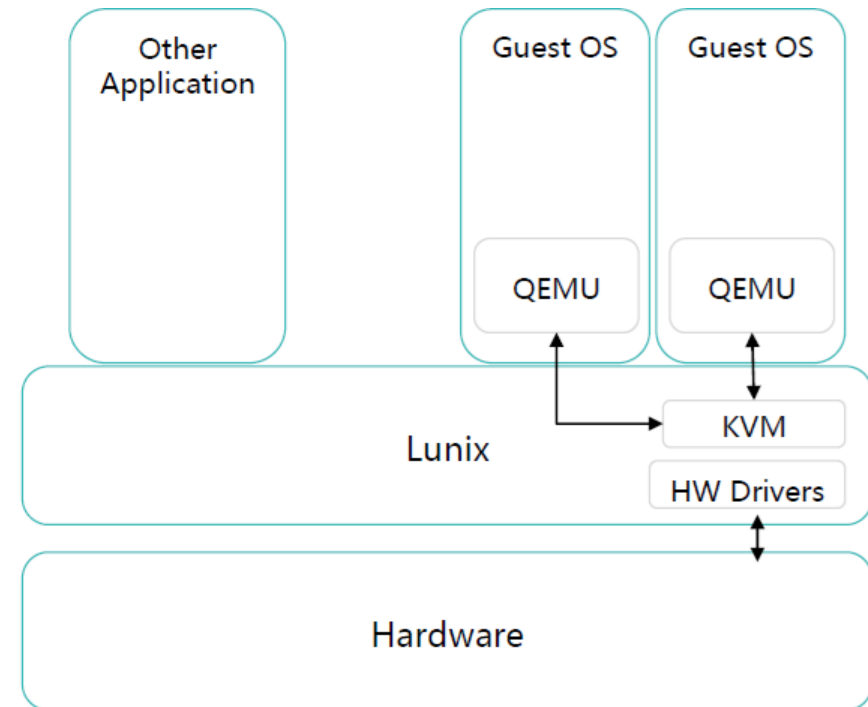
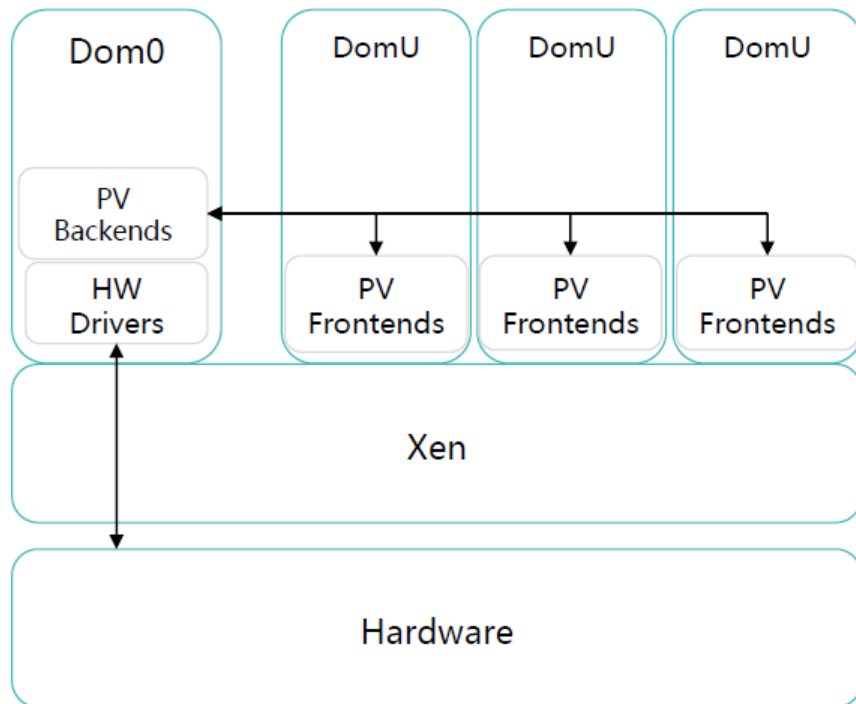
- **Microsoft Hyper-V**

- Microsoft a débuté dans l'espace de virtualisation avec Virtual Server en 2005.
- Comme GSX, Virtual Server était un hyperviseur de type 2, mais a été arrêté en faveur de Hyper-V.
- Microsoft Hyper-V a été publié en 2008 en tant que partie installable du système d'exploitation Windows Server 2008.



Exemples de solution

XEN vs KVM



Conclusion