

1



# Virtualisation & Cloud Computing

ALI.WALI@ISIMS.USF.TN

2

## Objectifs du cours

- ▶ Comprendre les principes de la virtualisation
- ▶ Manipuler les concepts de la virtualisation à travers des outils pratiques
- ▶ Découvrir la notion du cloud computing et ses applications

3

## Plan de cours

### ▶ Chapitre 1: Principes de la virtualisation

- ▶ I. Introduction
- ▶ II. Définition
- ▶ III. Les domaines de la virtualisation
  1. La virtualisation d'applications
  2. La virtualisation de réseaux
  3. La virtualisation de stockage
  4. La virtualisation de serveurs

### ▶ IV. Avantages & inconvénients de la virtualisation

### ▶ V. Les différents types de virtualisation

1. la virtualisation complète ;
2. la para-virtualisation;
3. La virtualisation assistée par le matériel ;
4. le cloisonnement.

### ▶ VI. Les Objectifs de virtualisation

4

## Plan de cours

### ▶ Chapitre 2 : Cloud computing

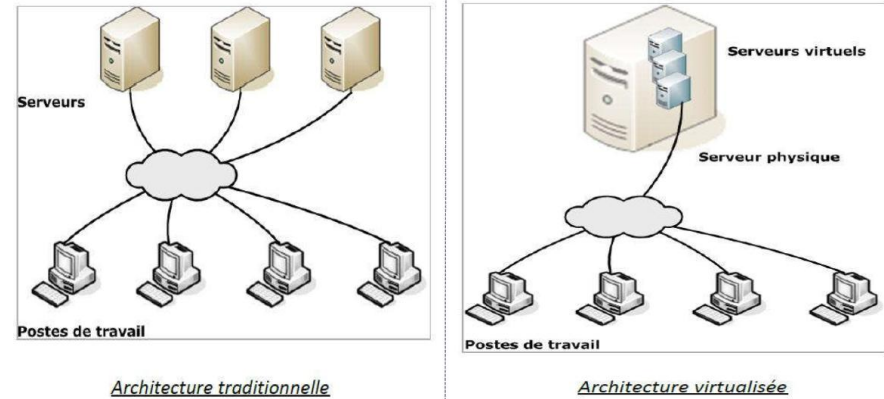
- ▶ I. Introduction
- ▶ II. Définition du « Cloud Computing» ou informatique en nuage
- ▶ III. Historique du Cloud Computing
- ▶ IV. Les différents services de Cloud Computing
- ▶ V. Les différentes typologies de Cloud Computing

### ▶ Chapitre 3 : Cloud computing: étude de cas

# Chapitre 1: Principe de la virtualisation

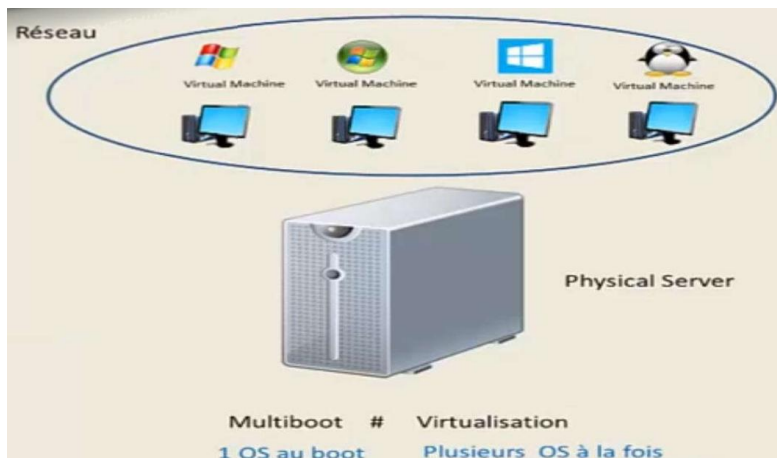
Objectif Général	Comprendre les principes de la virtualisation.
Objectif Spécifiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Savoir définir le concept de la virtualisation.</li> <li>• Prendre connaissance des domaines de la virtualisation.</li> <li>• Déterminer les avantages et les inconvénients de la virtualisation.</li> <li>• Comprendre les différents types de la virtualisation.</li> </ul>
Volume horaire	Cours: 10h
Mots clés	virtualisation, domaines, application, stockage, serveur, réseaux, types,...

## Chapitre 1: Principe de la virtualisation



**Le principe de la virtualisation est donc un principe de *partage* : les différents systèmes d'exploitation se partagent les ressources du serveur.**

## Chapitre 1: Principe de la virtualisation



## Chapitre 1: Principe de la virtualisation

### Virtualisation vs Cloud computing

La virtualisation est le socle du Cloud computing.

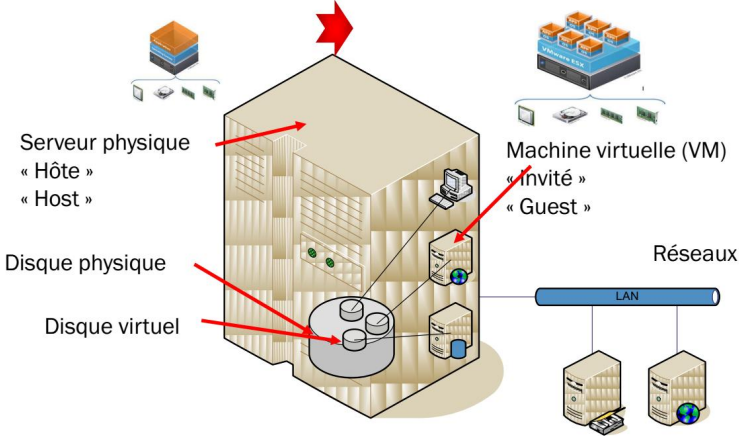
VMware vSphere est le premier système d'exploitation industriel à permettre la création de Cloud.

Caractéristiques d'un Cloud:

- Capacités de stockage et de calcul quasiment illimitées
- Ressources extraites en pools
- Élasticité (extension et allégement simplifiés)
- Provisioning en libre-service ou à la demande
- Niveau élevé d'automatisation

Qu'est-ce que la Virtualisation?

→ Ensemble de techniques permettant de faire tourner plusieurs systèmes d'exploitation sur une même machine physique.

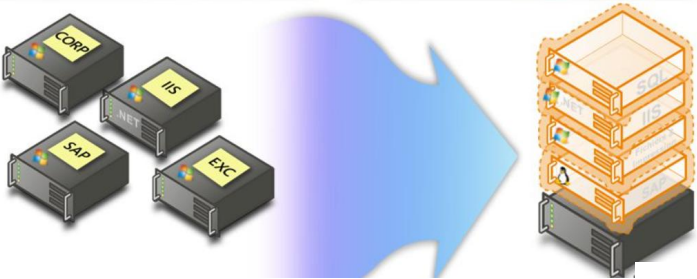


Pourquoi virtualiser?

#1: Optimisation des performances et de l'efficacité

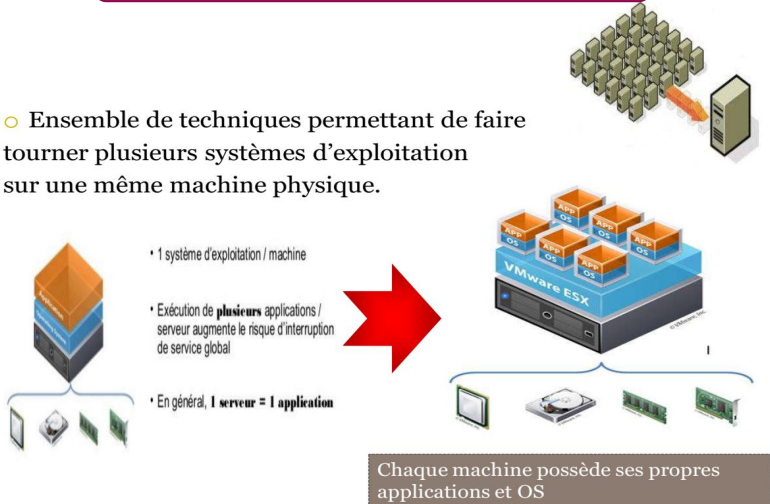
**Défis :**  
Coûts des locaux  
Surcharge dans l'administration  
Faible utilisation par serveur  
Coûts : électricité et climatisation  
Impact sur l'environnement.

**Solution :**  
Consolidation matérielle  
Simplification dans l'administration des systèmes  
Rationalisation dans les centre de données  
Responsabilités environnementales



Qu'est-ce que la Virtualisation?

○ Ensemble de techniques permettant de faire tourner plusieurs systèmes d'exploitation sur une même machine physique.

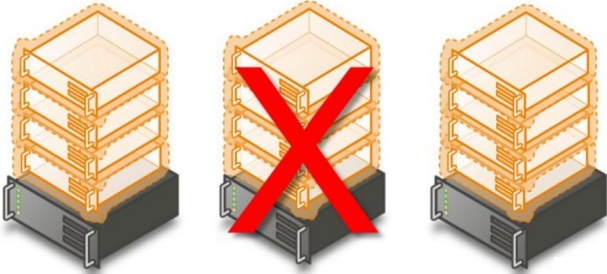


Pourquoi virtualiser?

#2: Accroissement de la disponibilité

**Défis :**  
Impact de l'arrêt d'un serveur ou d'une application  
Respect des niveaux de service  
Systèmes critiques pour l'entreprise

**Solution :**  
Continuité métier pour un coût raisonnable  
Homogénéité des solutions de tolérance aux pannes  
Basculement rapide en cas de panne

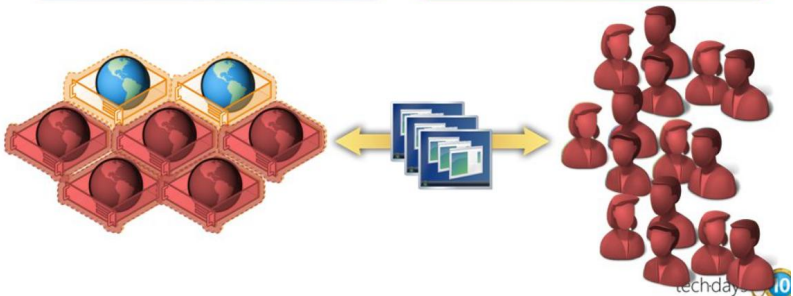


Pourquoi virtualiser?

#3: Meilleure flexibilité

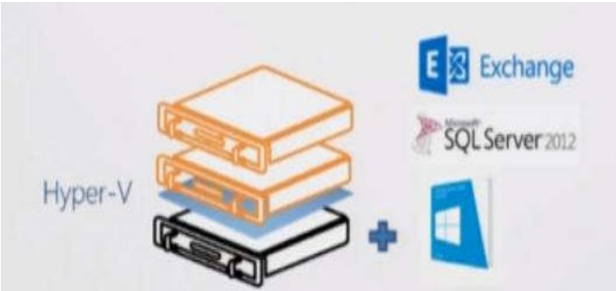
**Défis :**  
Difficulté de faire face à des pics d'activité  
Systèmes surdimensionnés et sous-employés

**Solution :**  
Un centre de données capable de s'adapter en fonction de l'évolution planifiée ou non de la demande



La virtualisation de matériel

— C'est le fait de faire tourner plusieurs environnement sur le même système physique



Les formes de la virtualisation

Il existe 3 formes

- la virtualisation de matériel
- la virtualisation de présentation
- la virtualisation d'application

La virtualisation de présentation

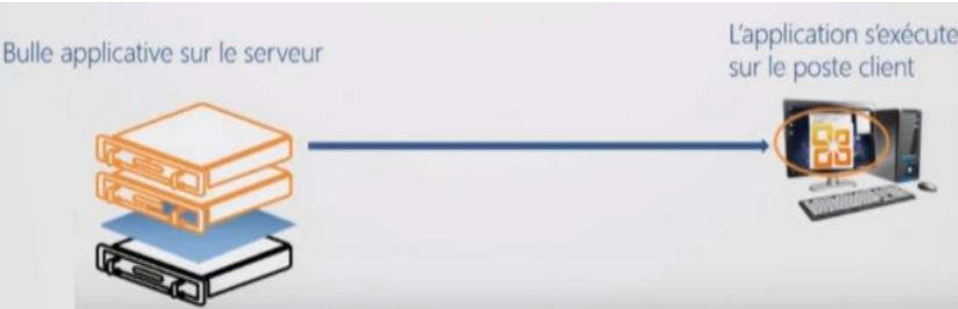
Consiste à exécuter des application de manière centralisé sur des serveurs et déporter l'affichage sur des poste client « Remote control service »



La virtualisation d'application

17

Permet de distribuer sur un poste client des applications métiers sans perturber le système d'application



Virtualisation  
d'application

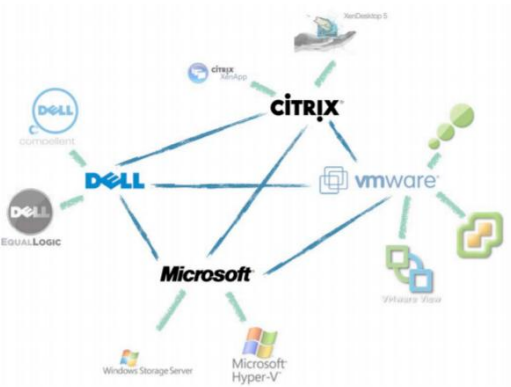
Les domaines de la virtualisation

19

- La virtualisation d'application consiste à encapsuler dans un même package l'application et son environnement système de manière imperméable au système d'exploitation sur lequel l'application s'exécute.
- Ainsi plusieurs applications peuvent tourner sur un même système sans avoir d'incompatibilités de versions de bibliothèques « dll », de clés de registre et il est même possible de faire tourner plusieurs versions d'une même application sur un même système d'exploitation (exemple : applications Microsoft Office).
- Cette technologie est essentiellement utilisée dans les environnements Windows mais il existe également des outils Linux qui utilisent ce concept (Klik).

Les produits de virtualisation

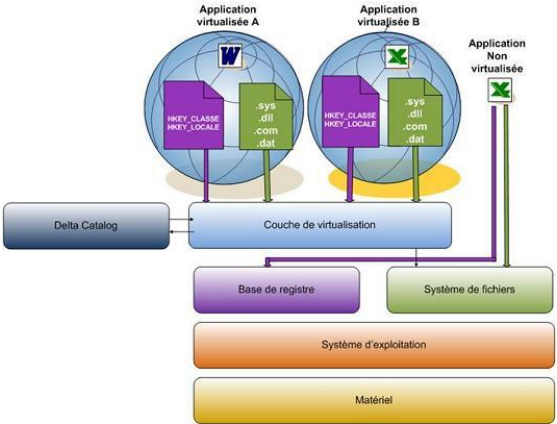
18



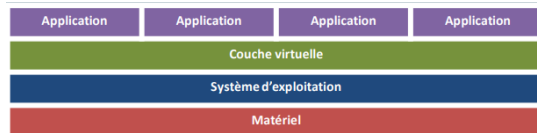
Virtualisation  
d'application

Les domaines de la virtualisation

20







- On peut dire que la couche virtuelle va ajouter des avantages au système virtualisé en permettant d'exécuter des applications conçues pour d'autres systèmes.

**Exemple :** Wine est un logiciel qui permet d'exécuter certains programmes Windows sous Ubuntu. <http://www.winehq.org/>

- On peut aussi citer l'avantage gagné au niveau de la protection du système d'exploitation hôte en s'assurant que l'application virtualisée ne viendra pas interagir avec les fichiers de configuration du système.

- Les avantages qu'offrent les réseaux virtuels sont les suivants :
  - Une réduction du trafic de diffusion, puisque celui-ci est à présent contenu au sein de chaque réseau virtuel ;
  - Une sécurité accrue puisque l'information est encapsulée dans une couche supplémentaire ;
  - Une meilleure flexibilité puisqu'une modification de la structure des réseaux peut être réalisée en modifiant la configuration du commutateur.

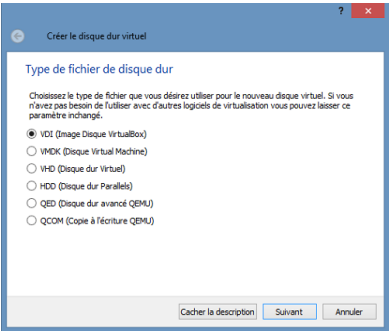
- De manière générale, la virtualisation des réseaux consiste à partager une même infrastructure physique (débit des liens, ressources CPU des routeurs,...) au profit de plusieurs réseaux virtuels isolés.
- Un VLAN (Virtual Local Area Network) est un réseau local regroupant un ensemble de machines de façon logique et non physique.

- **Les réseaux virtuels de niveau 1 :** appelés réseaux virtuels par port (port based VLAN) ;
- **Les réseaux virtuels de niveau 2 :** appelés réseaux virtuels par adresse MAC (MAC address-based VLAN) ;
- **Les réseaux virtuels de niveau 3 :** Les réseaux virtuels par adresse de sous réseau (Network address-based VLAN) et Les réseaux virtuels par protocole (Protocol-based VLAN).

- Les avantages qu'offrent les réseaux virtuels sont les suivants :
  - Une réduction du trafic de diffusion, puisque celui-ci est à présent contenu au sein de chaque réseau virtuel ;
  - Une sécurité accrue puisque l'information est encapsulée dans une couche supplémentaire ;
  - Une meilleure flexibilité puisqu'une modification de la structure des réseaux peut être réalisée en modifiant la configuration du commutateur.

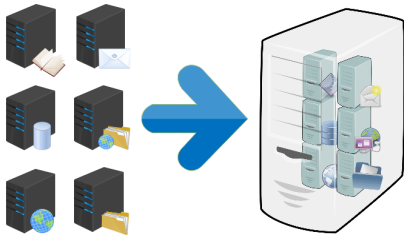
- Dans une machine virtuelle, les données sont stockées sur un disque dur virtuel.
- Ce disque dur se présente sous forme de fichier dans le système de fichiers de l'hôte :

- VHD chez Microsoft
- VDI chez Oracle
- VMDK chez VMWare
- OVF format ouvert



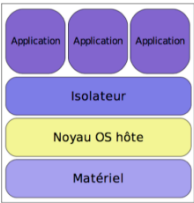
- La virtualisation de stockage permet :
  - d'adjoindre un périphérique de stockage supplémentaire sans interruption des services;
  - de regrouper des unités de disques durs de différentes vitesses, de différentes tailles et de différents constructeurs ;
  - de réallouer dynamiquement de l'espace de stockage;
  - de fournir des fonctionnalités avancées dans le domaine du **stockage** informatique.
  - en particulier de fédérer les volumes en une ressource unique.

- Cette technique permet aux entreprises d'utiliser des serveurs virtuels en lieu et place de serveurs physiques.
- Si cette virtualisation est faite au sein de la même entreprise, le but est de mieux utiliser la capacité de chaque serveur par une mise en commun de leur capacité.



- La virtualisation doit s'adapter aux différentes briques technologiques d'une infrastructure.
- 3 variantes d'architecture de virtualisation existent:
  - L'isolateur,
  - L'émulateur,
  - L'hyperviseur et para-virtualisateur,

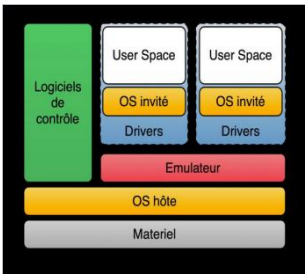
- Un isolateur est un logiciel permettant d'isoler l'exécution des applications dans des contextes ou zones d'exécution, c'est l'archétype de la solution de virtualisation par "juxtaposition".
- L'isolateur permet ainsi de faire tourner plusieurs fois la même application (à base d'un ou plusieurs logiciels) prévue pour ne tourner qu'à une seule instance par machine.



- Quelques isolateurs :
  - Linux-VServer: isolation des processus en user-space, (Ce projet permet d'exécuter un ou plusieurs environnements d'exploitation « systèmes d'exploitation sans le noyau » ; autrement dit, il permet d'exécuter une ou plusieurs distributions sur une distribution.)
  - BSD Jail: isolation en user-space,
  - OpenVZ: libre, partitionnement au niveau noyau sous Linux et Windows2003. C'est la version open-source du logiciel Virtuozzo.

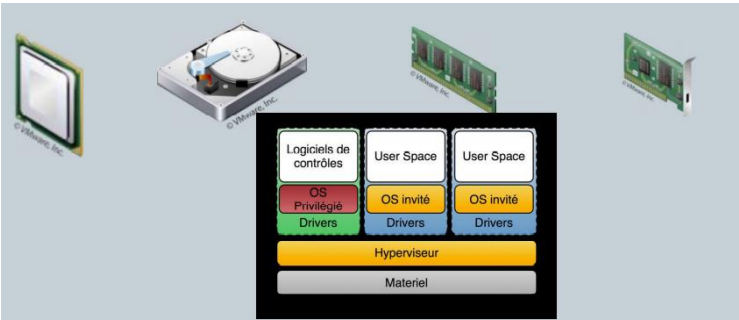


- Avantages:
  - Facilité de mise en œuvre et d'utilisation,
  - très bonne compatibilité d'OS.
- Inconvénients
  - Mauvaises performances, matériel émulé
- Exemples:
  - **BLUESTACKS** (émulateur android sur PC),
  - **NOX PLAYER** (émulateur android sur PC),
  - **QEMU** est un logiciel libre de machine virtuelle, pouvant émuler un processeur et, plus généralement, une architecture différente si besoin.



- La définition du terme *émuler* est « simuler, sur un ordinateur, le comportement de ».
- Il faut voir dans l'émulation une imitation du comportement physique d'un matériel par un logiciel, et ne pas le confondre avec la simulation, laquelle vise à imiter un modèle abstrait.
- L'émulateur reproduit le comportement d'un modèle dont toutes les variables sont connues, alors que le simulateur tente de reproduire un modèle mais en devant extrapoler une partie des variables qui lui sont inconnues.
- En conclusion, l'émulation consiste à simuler l'exécution d'un programme en interprétant chacune des instructions destinées au micro-processeur.

- L'hyperviseur intègre son propre OS (ou micro OS) de taille réduite et de préférence peu consommateur en ressources (VMware ESX, HyperV , Xen Citrix).
- L'Hyperviseur alloue aux machines virtuelles des ressources matérielles:

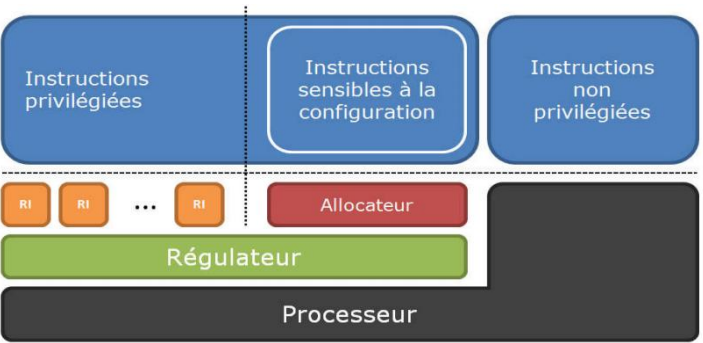




L'hyperviseur

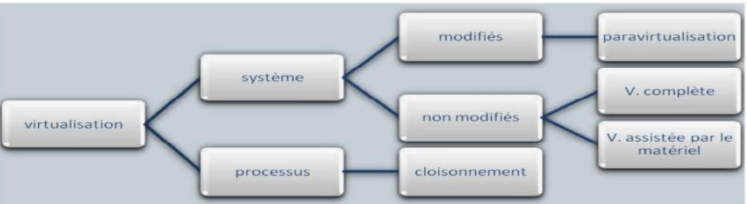
Les 3 variantes d'architecture de virtualisation

- Composants d'un hyperviseur: L'hyperviseur, ou programme de contrôle, est un logiciel constitué d'un ensemble de modules.



Les différents types de virtualisation

- Les technologies les plus répandues sont :
  - la virtualisation complète
  - la paravirtualisation
  - la virtualisation assistée par le matériel
  - le cloisonnement.



L'hyperviseur

Les 3 variantes d'architecture de virtualisation

- Composants d'un hyperviseur:
  1. Le régulateur (dispatcher) : il peut être considéré comme le module de contrôle de plus haut niveau de l'hyperviseur.
  2. L'allocateur : son rôle est de déterminer quelle(s) ressource(s) doivent être allouées aux applications virtualisées.
  3. Des interpréteurs : à chacune des instructions privilégiées (à l'exception de celles qui sont prises en charge par l'allocateur), on va associer une routine d'interprétation.

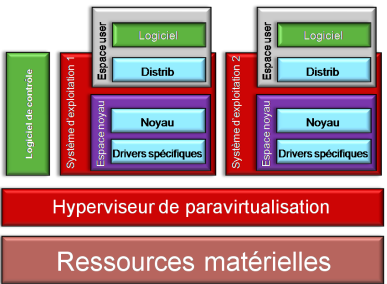
Virtualisation complète

Les différents types de virtualisation

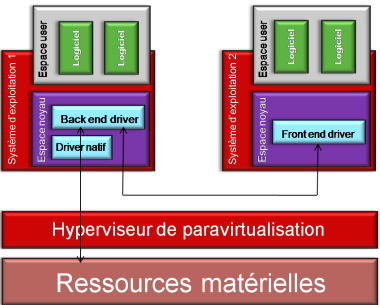
- l'hyperviseur émule un environnement matériel complet sur chaque machine virtuelle.
- Chaque VM dispose donc de son propre contingent de ressources hardware virtuelles donné par l'hyperviseur et peut exécuter des applications sur cette base.
- Le matériel physique du système hôte, en revanche, reste caché du système d'exploitation invité.
- Cette approche permet l'exploitation de systèmes invités non modifiés.
- Les solutions logicielles populaires pour la virtualisation complète sont Oracle VM VirtualBox, Parallels Workstation, VMware Workstation, Microsoft Hyper-V et Microsoft Virtual Server.

- Alors que la virtualisation complète fournit un environnement matériel virtuel distinct pour chaque machine virtuelle, avec la paravirtualisation, l'hyperviseur met simplement à disposition une interface de programmation (API) qui permet aux systèmes d'exploitation invités d'accéder directement au matériel physique du système hôte.
- Cependant, il faut pour cela au préalable que le noyau du système d'exploitation invité ait été porté sur l'API. Ainsi, seuls les systèmes invités modifiés peuvent être paravirtualisés.
- Les fournisseurs de systèmes propriétaires - tels que Microsoft Windows - n'autorisent généralement pas de telles modifications.
- Parmi les hyperviseurs qui permettent les paravirtualisations, on compte Xen et Oracle VM Server for SPARC. Le concept est également utilisé dans le système d'exploitation mainframe z/VM d'IBM.

Par opposition à la virtualisation, on parle de paravirtualisation lorsque les systèmes d'exploitation doivent être modifiés pour fonctionner sur un hyperviseur de paravirtualisation. Les modifications sont en fait des insertions de drivers permettant de rediriger les appels système au lieu de les traduire.

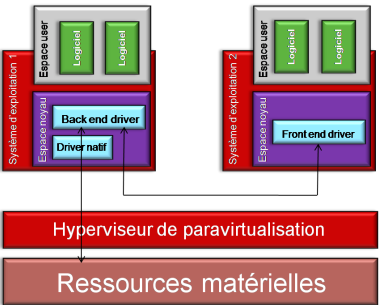


Le mécanisme de redirection des appels système est expliqué ici:



Des drivers backend et frontend sont installés dans les OS paravirtualisés. Ils permettent, au lieu de traduire les appels système comme cela est fait dans la virtualisation complète, de ne faire que de la redirection (ce qui est beaucoup plus rapide). Il est donc intelligent d'utiliser un tel mécanisme pour accéder à du matériel potentiellement très sollicité (disque dur, interface réseau...).

Le mécanisme de redirection des appels système est expliqué ici:



En fait, ce qu'il se passe dans une telle technologie, c'est que le contrôle d'un ou plusieurs matériel(s) est donné à un des OS virtualisé (celui qui contient le driver backend), ici le système d'exploitation 1. Une fois cela compris, il sera simple d'imaginer que l'OS 2, qui souhaite accéder au hardware, devra passer par son driver front end qui redirigera les appels système vers l'OS 1. (-)L'inconvénient de cette technique est donc la dépendance d'un OS virtualisé vis à vis d'un autre qui se crée par ce mécanisme de driver. En effet si l'OS 1 tombe en panne, l'OS 2 ne pourra plus accéder au matériel.

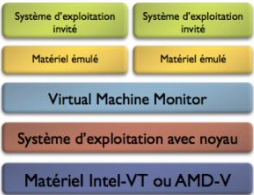
la virtualisation assistée par le matériel

41

Le partitionnement matériel, enfin, est la technique historique utilisée sur les gros systèmes.

Elle consiste à séparer les ressources matérielles au niveau de la carte mère de la machine. Cette technique est surtout répandue dans les serveurs hauts de gamme, par exemple les Logical Domains de chez Sun. Elle est assez rare dans le monde x86.

Ce terme est une traduction de l'anglais « Hardware Assisted Virtualization ».

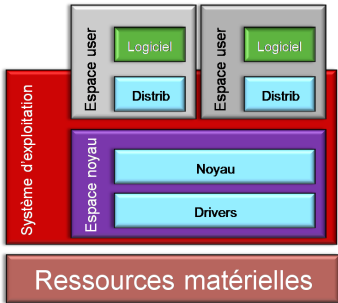


Comme vous pouvez le voir, le schéma d'architecture ne change que très peu par rapport à la virtualisation totale ou complète. Avec la virtualisation totale, nous parlions de couche logicielle de virtualisation alors que ici nous parlerons plutôt de « Virtual Machine Monitor » ou VMM dans le cas de la virtualisation matériel assistée.

Le cloisonnement/ L'isolation

43

On ne peut pas vraiment parler de virtualisation proprement dit, mais cette technique permet de multiplier les instances d'une même application dans un contexte cloisonné, avec des performances proches de l'exécution native. L'environnement ainsi « virtualisé » se retrouve confiné mais pas isolé à 100% du système hôte, notamment au niveau des ressources physiques (et du noyau). SUN dispose, par exemple, sur son système Solaris de ce type de technologies - SUN Zone / Containers. Les isolateurs sont principalement réservés aux serveurs Linux et sont fortement utilisés pour l'isolation de serveurs LAMP par les fournisseurs de serveurs Web.

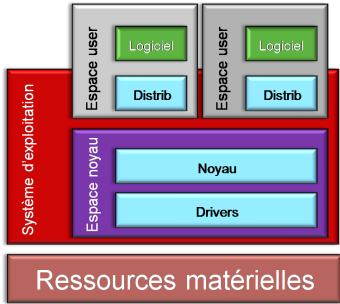


**Exemples d'isolateur:**  
Les deux principales solutions pour l'isolation Linux sont OpenVZ et LXC.

Le cloisonnement/ L'isolation

42

L'isolation est une technique permettant d'emprisonner l'exécution des applications dans des contextes. Cette solution est très performante (le surcoût d'une application isolée/virtualisée est minime par rapport au temps d'exécution de la même application installée sur un système d'exploitation). La performance est donc au rendez-vous, cependant on ne peut pas parler de virtualisation de systèmes d'exploitation car l'isolation ne consiste à virtualiser que des applications. On pourrait par contre avoir plusieurs instances de Tomcat qui écoutent sur le même port, plusieurs Apaches sur le port 80 etc.



Virtualisation – Les types de connexion au réseau

44

En termes de connexion au réseau, on trouve plusieurs types de connexion au réseau, Parmi ces types de connexion au réseau, on trouve :

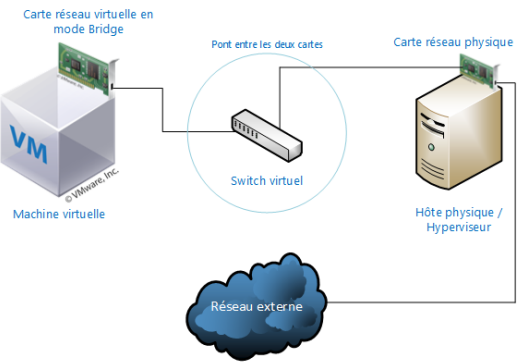
- Bridge
- NAT
- Host-Only
- LAN Segment

Le type Bridge

Virtualisation – Les types de connexion au réseau

45

- Ce mode est le plus utilisé puisqu'il permet de connecter une machine virtuelle directement sur le réseau physique sur lequel est branchée la carte réseau physique de l'hôte.
- Si l'hôte physique dispose de plusieurs cartes réseaux, on peut choisir de créer un pont ce qui permet une flexibilité dans la configuration et dans la gestion de la connexion réseau

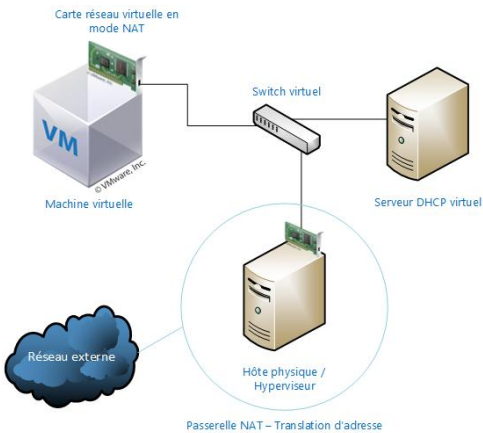


Le type NAT

Virtualisation – Les types de connexion au réseau

46

- Ce type de connexion permet à la machine virtuelle d'accéder au réseau de façon totalement transparente puisque c'est l'adresse IP de la machine physique qui est utilisée grâce à la translation d'adresse du processus NAT.
- masquer l'adresse IP des clients qui lui sont connectés pour sortir sur le réseau. — la machine virtuelle utilise une adresse IP distribuée par l'application de virtualisation via un serveur DHCP, puis elle utilisera votre hôte physique comme passerelle pour sortir du réseau.

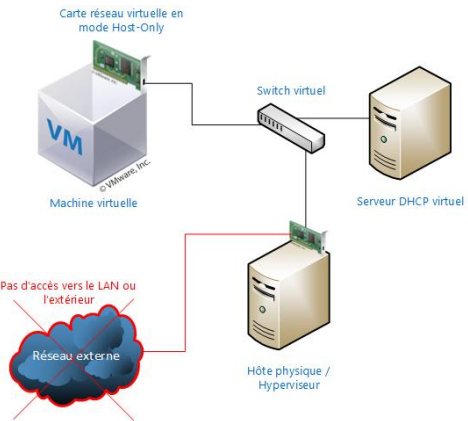


Le type Host-Only

Virtualisation – Les types de connexion au réseau

47

- Ce type de connexion ne permet pas de sortir vers un réseau extérieur, ni d'accéder au réseau local par l'intermédiaire de la carte réseau physique de la machine physique hôte.
- Ce mode permet uniquement d'établir une connexion entre la machine virtuelle et la machine physique. Cela par l'intermédiaire de l'adaptateur virtuel de la machine virtuelle et l'adaptateur virtuel de la machine physique qui obtiendront des adresses IP via le serveur DHCP virtuel de l'hyperviseur.

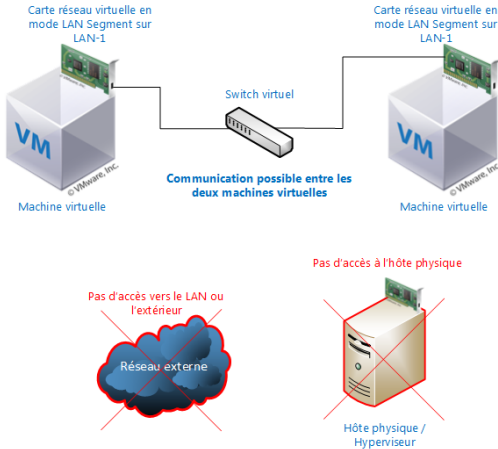


Le type LAN-Segment

Virtualisation – Les types de connexion au réseau

48

- Le type LAN Segment permet d'isoler des machines sur un LAN virtuel.
- Par exemple, si un LAN virtuel « LAN-1 » est créé, toutes les machines ayant une carte réseau en mode LAN Segment connectée au « LAN-1 » pourront communiquer ensemble. toutes les machines reliées à « LAN-2 » pourront communiquer ensemble mais ne pourront pas communiquer avec les machines virtuelles du « LAN-1 ».



Virtualisation – Les types de connexion au réseau

49

En conclusion:

- ✓ le mode Bridge et le mode NAT sont les seuls qui permettent d'accéder au réseau physique sur lequel l'hôte physique est connectée.
- ✓ Les autres modes permettent plus une isolation des machines virtuelles qui peut être intéressante dans une phase de développement, lors de la mise en place d'une maquette, afin de travailler sur un réseau à part, sur un réseau isolé.
- ✓ Toutefois, le LAN Segment peut être utilisé pour isoler certaines machines virtuelles dans un LAN virtuel qui auront pour passerelle une machine virtuelle ayant deux cartes : une dans le LAN virtuel avec les autres machines virtuelles et une en mode Bridge pour sortir sur le réseau.

La haute disponibilité

Les Objectifs de virtualisation

51

- En matière de haute disponibilité ou de haute capacité d'accueil, les mécanismes centraux sont devenus classiques et bien maîtrisés : répartition de charge (load balancing) et reprise automatique sur incident (failover).
- **Répartition de charge:** La répartition de charge est à la base un moyen d'augmenter la tenue en charge d'une application, en l'hébergeant sur plusieurs serveurs qui se partagent les visiteurs.

C'est le cas typique d'un grand site web recevant plusieurs centaines de milliers de visiteurs par jour, dont le trafic est réparti sur quelques serveurs.

Les Objectifs de virtualisation

50

En conclusion la virtualisation permet donc:

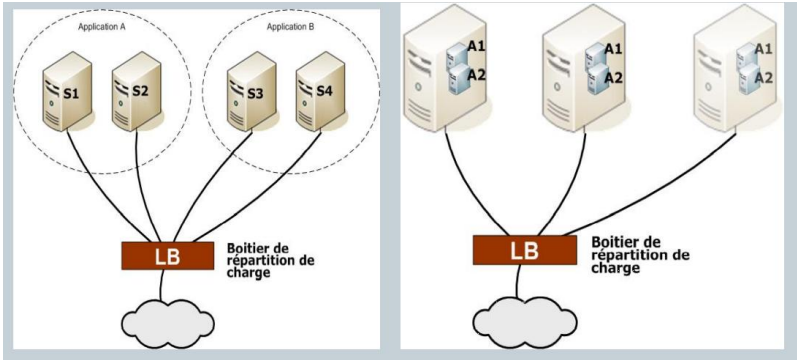
- ✓ De partager un même serveur physique en N serveurs virtuels, alloués à différents clients.
- ✓ De définir – du moins selon la technologie de virtualisation retenue – la part de ressources allouée à chaque client.
- ✓ De donner à chaque client un contrôle total sur son serveur virtuel : il peut y installer et ré-installer l'OS.

Répartition de charge

Les Objectifs de virtualisation

52

- Au lieu de 4 serveurs, on n'en a plus que 3, voire 2. Et au lieu d'une répartition sur 2 serveurs, on a une répartition sur 3.



Reprise  
automatique

Les Objectifs de virtualisation

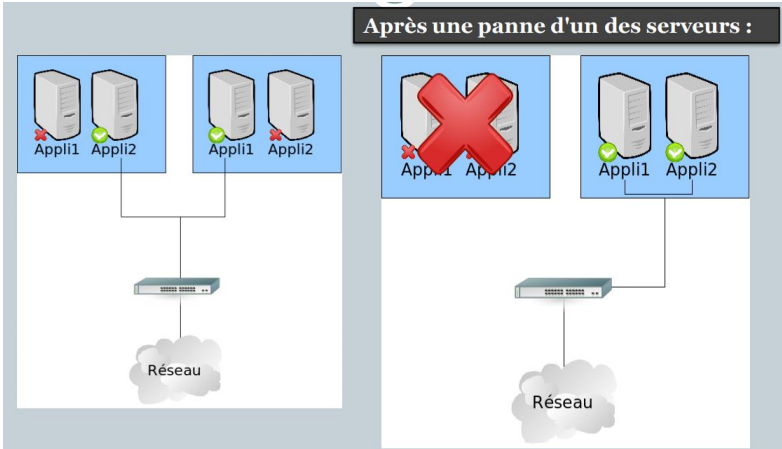
53

- Un autre usage de la virtualisation dans une optique de haute disponibilité de service peut consister à avoir sur plusieurs serveurs physiques les mêmes environnements virtuels (synchronisés régulièrement).
- Les différents serveurs physiques se partagent les différents serveurs virtuels, et si un des serveurs physiques tombe en panne, les machines dont il avait la responsabilité sont relancées sur les autres serveurs.

Reprise  
automatique

Les Objectifs de virtualisation

54

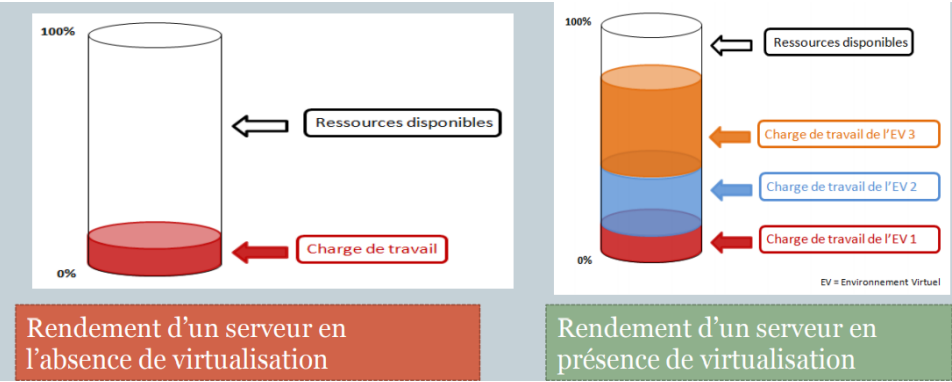


Optimisation de  
l'infrastructure

Les Objectifs de virtualisation

55

La virtualisation permet d'optimiser la charge de travail des serveurs physiques  
→ Une réduction de l'infrastructure physique et des économies d'énergies



Firewall, VPN

Les Objectifs de virtualisation

56

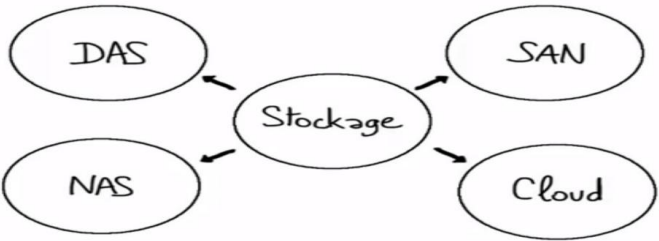
Les capacités réseau de certaines solutions de virtualisation permettent même de mettre en place des serveurs virtuels ayant la main sur les interfaces réseau, ce qui permet l'utilisation d'un composant virtuel pour servir de firewall, de système de détection d'intrusions, de endpoint VPN, totalement isolé du matériel, et donc moins sensible en cas d'attaque.



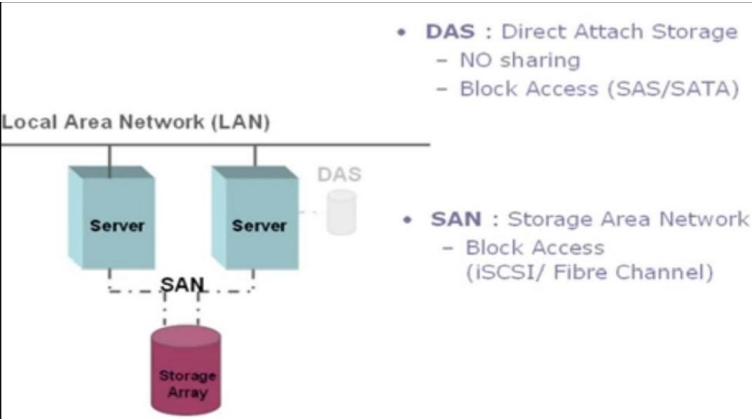
LE STOCKAGE

Quelque soit la technologie utilisée, une machine virtuelle se compose de deux éléments :

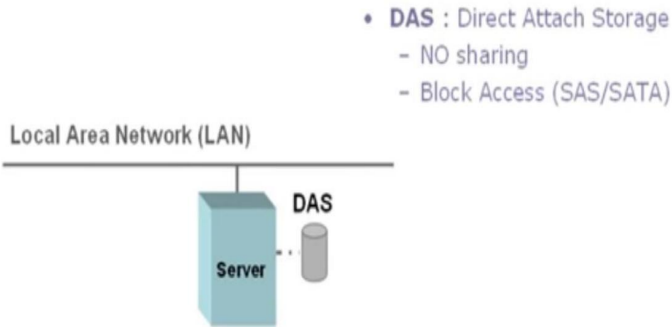
- Des ressources
- Des données



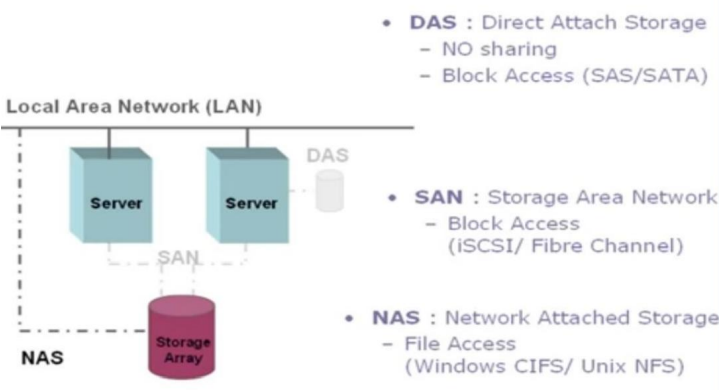
Les trois méthodes de stockage



Les trois méthodes de stockage

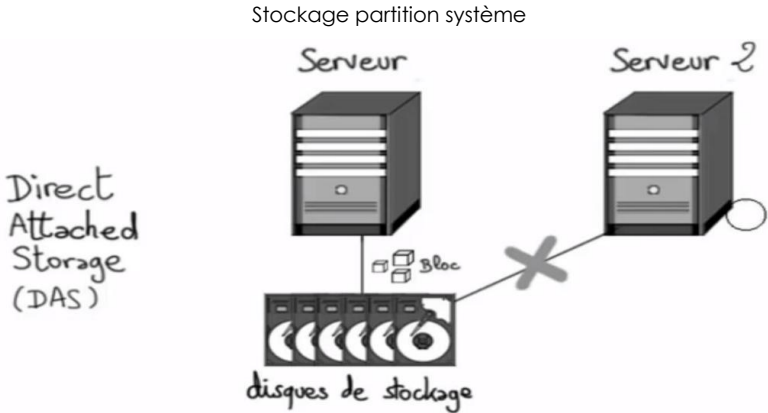


Les trois méthodes de stockage



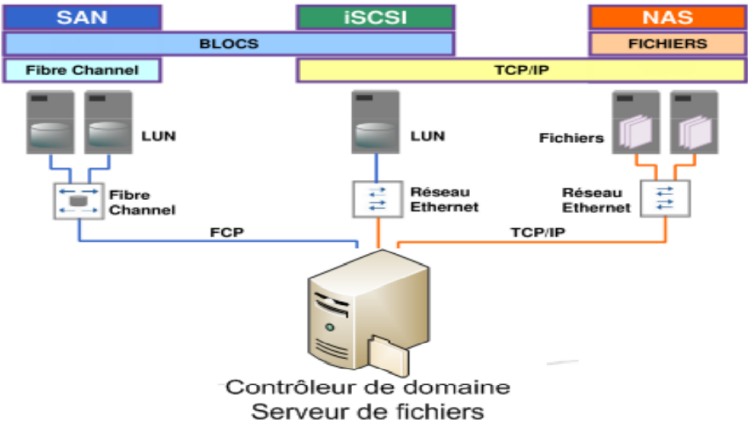
LE DAS

61



Les technologies de stockages

63



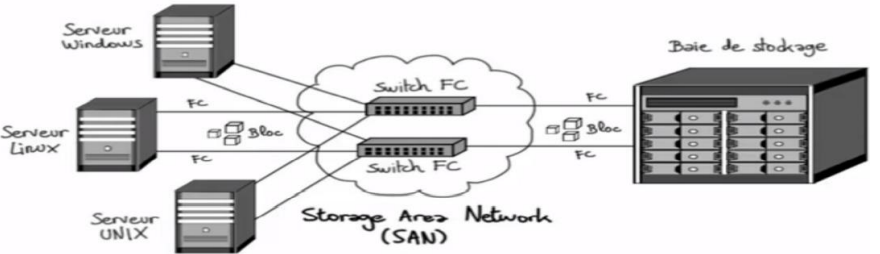
SAN stockage (Storage Area Network)

62

Un SAN, ou réseau de stockage (Storage Area Network), est un réseau sur lequel circulent les données entre un système et son stockage.

Stockage des données applicatif

Les deux principaux protocoles d'accès à un SAN sont **iSCSI** et **Fibre Channel**.



SAN stockage (Storage Area Network)

64

- **iSCSI** est un protocole d'accès disque fonctionnant sur un réseau Ethernet, il permet d'implémenter un réseau de stockage en profitant de la connectique et des équipements de commutation standards.
- **Fibre Channel** Basé sur des fibres optiques il assure une latence et un débit bien meilleurs que iSCSI, à un prix bien sûr plus élevé. Son principe d'utilisation est le même qu'un SAN iSCSI.

stockage en réseau le NAS

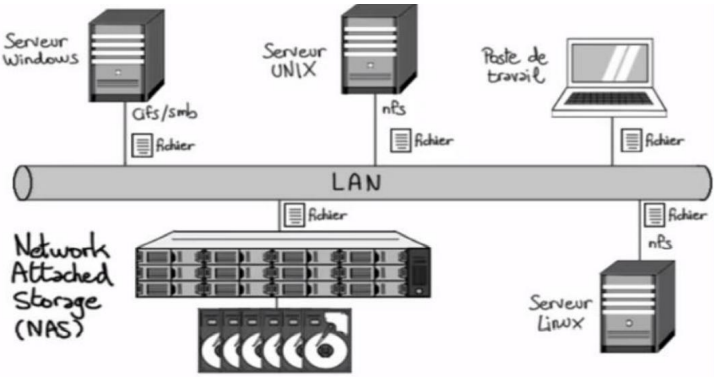
65

NAS et NFS

- Un NAS, ou stockage réseau (**Network-Attached Storage**) est simplement un serveur fournissant leurs fichiers à d'autres serveurs par le réseau.
- NFS est le standard universel pour l'accès aux fichiers sur un réseau, c'est le protocole le plus utilisé dans les NAS.

stockage en réseau le NAS

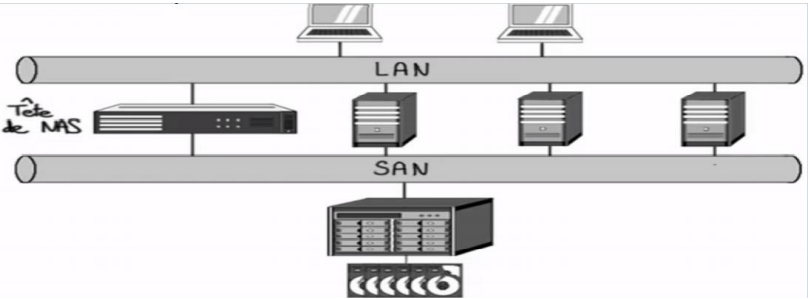
66



SAN: combinaison Nas et iSCSI

67

Un exemple de SAN : parmi les machines clientes du SAN (blocs) , on retrouve un NAS(fichiers) : ces deux techniques peuvent être combinées car elles ne travaillent pas au même niveau.



Qu'est-ce que le cloud computing?

68

Réfléchir à votre consommation d'électricité:

N'utiliser que des ressources dont vous avez besoin, par exemple le processeur, la bande passante, le stockage, la mémoire vive, etc.



Le nuage d'informatique est comme les centrales électriques où on peut obtenir les ressources très rapidement et facilement