



MODULE :

Le Cloud Computing & DevOps

Pr. F. Benabbou
Master DSBD
Faculté des Sciences Ben M'Sik Casablanca

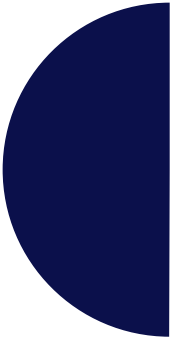




TABLE OF CONTENTS

01 CLOUD COMPUTING

- Introduction générale
- **La Virtualisation**
- Les concepts de base du Cloud Computing
- Technologies émergentes du CC : Edge, Fog, ...
- Étude de cas et projet pratique

02 DevOps & Cloud

- Introduction générale
- La philosophie DeVops
- Version control systems (git)
- Continuous Integration CI
- Tests automatisés dans CI/CD
- Développement Continu CD
- Infrastructure en tant que Code (IaC)
- Surveillance et Journalisation
- Étude de cas et projet pratique

01

LE CLOUD COMPUTING

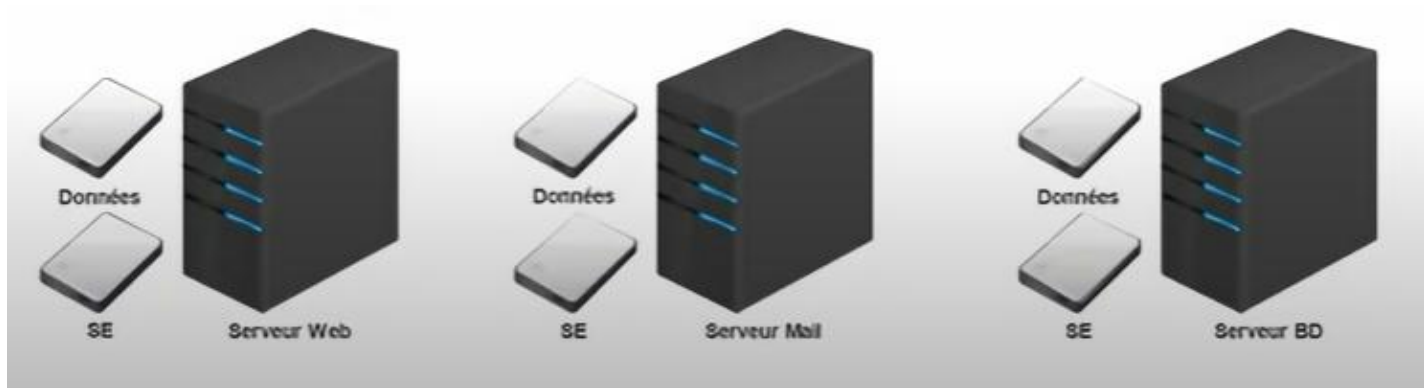




Domaines de Virtualisation

- Serveurs
- Réseaux
- Stockage
- postes de travail
- Applications
- etc.

La virtualisation de stockage



Stockage classique



La virtualisation de stockage

- Il existe plusieurs périphériques de stockage de masse
 - Disque dur externe, Clé USB, Carte mémoire, disque SSD (Solid State Drive), Disque optique, etc.
- Un périphérique de stockage possède sa propre interface qui lui permet de communiquer avec un ordinateur ou un autre périphérique électronique
 - USB, SATA (Serial ATA), Thunderbolt, eSATA (External SATA), SD (Secure Digital) , SCSI (Small Computer System Interface), etc.
- Le stockage peut se faire en mode objet, en mode fichier, ou en mode bloc.
- L'accès au stockage peut être directe ou en réseau



Interfaces de stockage

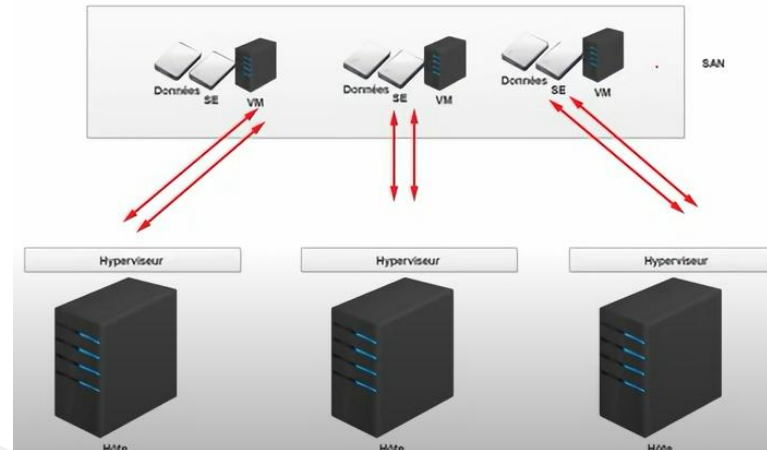


- Les interfaces de stockage se distinguent par :
 - La vitesse de transfert de données
 - Puissance fournie : Certaines interfaces peuvent fournir de l'alimentation électrique aux périphériques connectés.
 - Connectivité : certaines interfaces utilisent des câbles USB standard, tandis que d'autres, comme Thunderbolt, nécessitent des câbles spécifiques.
 - Utilisation prévue : Chaque interface est conçue pour répondre à des besoins spécifiques en termes de stockage et de transfert de données.
 - Il n'existe pas d'interface de stockage universelle : généralement elles sont incompatibles

La virtualisation de stockage



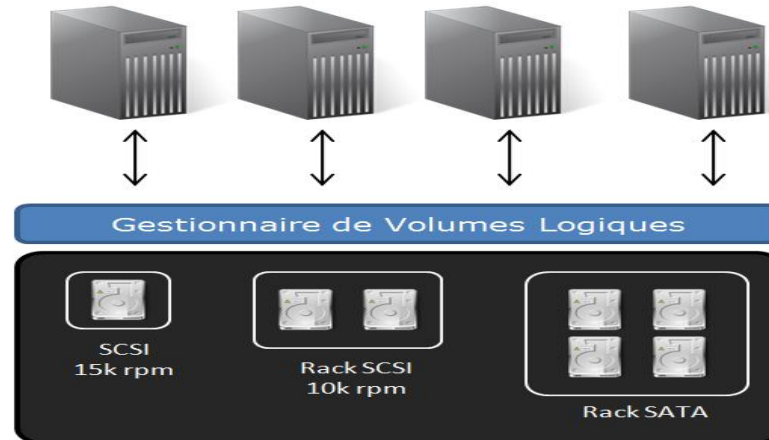
- La virtualisation de stockage est une technologie qui consiste à regrouper et à abstraire les ressources de stockage physique provenant de plusieurs dispositifs (disques durs, SSD, baies de stockage, etc.) pour en créer un espace de stockage virtuel unique.
- La virtualisation de stockage va séparer la représentation logique du stockage appelé **volume logique** et l'espace de stockage physique appelé **volumes physiques**



La virtualisation de stockage



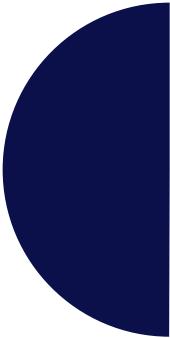
- La virtualisation de stockage permet de regrouper plusieurs dispositifs de stockage physiques en un seul pool de stockage logique
- Ce type de virtualisation fait appel à une couche logicielle d'administration de volumes logiques Logical Volume Manager (LVM).
- Il s'agit d'une couche qui va permettre de regrouper plusieurs volumes physiques, pour ensuite découper cet espace global suivant la demande en volumes logiques



Les avantages



- Ajouter un périphérique de stockage supplémentaire sans interruption des services
- Regrouper des unités de disques durs de différentes vitesses, de différentes tailles et de différents constructeurs
- Réallouer dynamiquement de l'espace de stockage.
 - un serveur nécessitant un espace de stockage supplémentaire pourra demander des ressources non allouées sur le disque logique.
 - Inversement, un serveur nécessitant moins d'espace de stockage pourra libérer cet espace et le rendre disponible pour d'autres serveurs





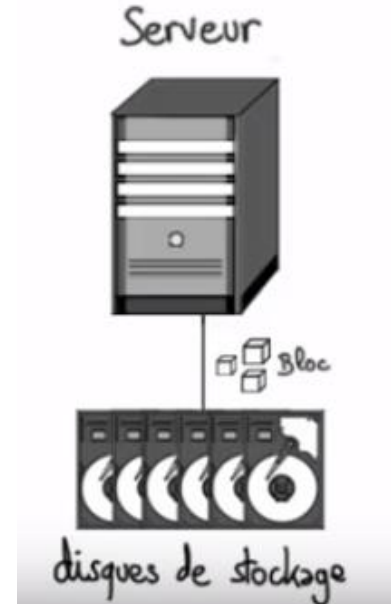
Les techniques de virtualisation de stockage

- Les VM peuvent accéder aux volumes physiques par trois méthodes :
 - Le **D**irect **A**ttached **S**torage (DAS)
 - Le **S**torage **A**rea **N**etwork (SAN)
 - Le **N**etworked **A**ttached **S**torage (NAS)



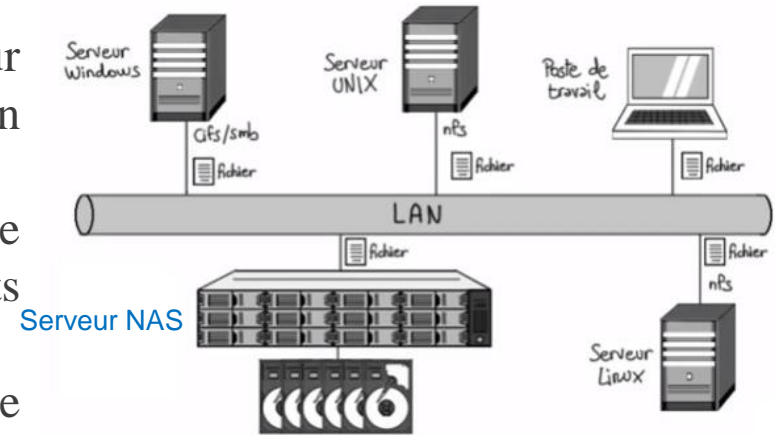
Direct Attached Storage (DAS)

- Le Stockage en attachement direct se réfère à un système de stockage numérique lié directement à un serveur ou station de travail, sans réseau de stockage entre les deux.
- Cela permet de conserver une bande passante élevée et une vitesse d'accès rapide
- Les technologies utilisées : ATA, SATA, eSATA, SCSI, SSD (Solid State Drive), SAS (Serial Attached SCSI) ...
- Actuellement, certains stockages DAS peuvent être partagés entre plusieurs ordinateurs, stations ou serveurs.



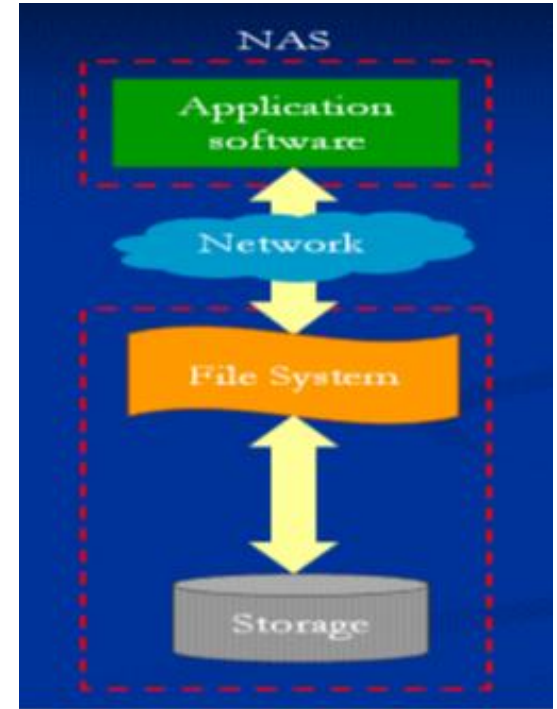
Networked Attached Storage : NAS

- Le stockage Networked Attached Storage (NAS) est un réseau de stockage partagé
- Ce type de stockage repose sur un serveur de stockage de données connecté à un réseau local Ethernet
- les serveurs NAS sont accessibles à partir de plusieurs ordinateurs ou équipements connectés au réseau.
- Un NAS est généralement doté d'une interface de gestion Web pour son administration et configuration.



Networked Attached Storage : NAS

- Le Serveur NAS a son propre Système de fichier (File System)
- Le serveur NAS intègre le support de multiples systèmes de fichiers réseau





Networked Attached Storage : NAS

- On accède aux fichiers, du serveur NAS via des protocoles de partage de fichiers réseaux standard, tels que :
 - **SMB** (Server Message Block) créé par IBM, permet le partage de ressources sur des réseaux locaux avec des PC sous Windows
 - **CIFS** (Common Internet File System) est la 1ere version du protocole SMB utilisée sur des réseaux TCP/IP, créé par Microsoft
 - **Samba** est un protocole conçu pour permettre aux clients Windows d'accéder aux répertoires et fichiers UNIX en utilisant le protocole SMB.
 - **NFS** (Network File System), est un protocole qui permet aux utilisateurs d'ordinateurs clients d'accéder à des fichiers sur un réseau, ce qui en fait un système de fichiers distribué,
 - **AFP** (Apple Filing Protocol) ou AppleShare est un protocole de partage de fichiers utilisé sur MacOS.

Exemple de Serveur NAS

- QNAP TS-453D est un serveur NAS doté de quatre baies de disques
- Il est équipé d'un processeur Intel quadricœur, de 4 Go de RAM extensible à 16 Go,
- Il offre des fonctionnalités avancées telles que le support de la virtualisation, la sauvegarde des données en temps réel et la prise en charge de la 10 GbE (10 Gigabit Ethernet).



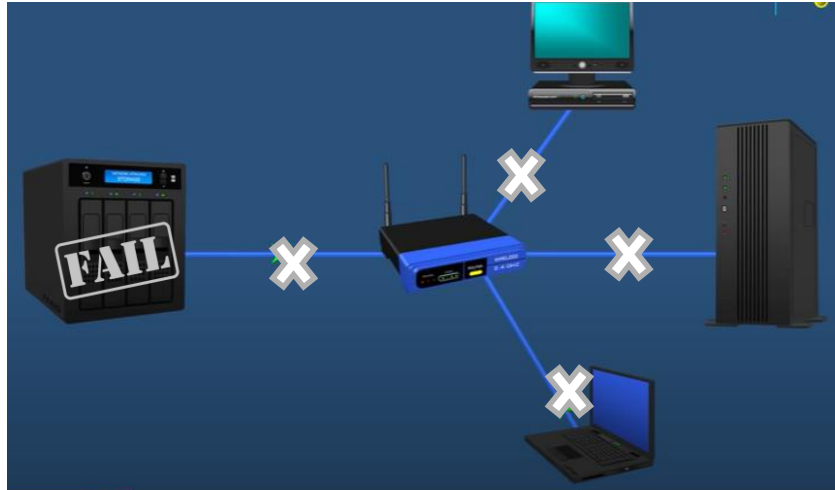


Les serveur NAS sur le marché

- **Synology DS920+** a quatre baies de **disques**, il dispose d'un **processeur** Intel quadricœur de 4 Go de RAM extensible à 8 Go, et prend en charge jusqu'à 64 To de capacité de **stockage** brute.
- **Western Digital My Cloud EX2 Ultra** a deux baies de disques, il dispose d'un processeur double cœur, de 1 Go de RAM, et prend en charge jusqu'à 32 To de capacité de stockage brute.
- **Asustor AS4004T** a quatre baies de disques, il dispose d'un processeur quadricœur, de 2 Go de RAM extensible à 8 Go, et offre des fonctionnalités avancées telles que le support de la virtualisation, la sauvegarde des données en temps réel et la prise en charge de la 10 GbE.
- **Buffalo TeraStation 3420DN** : a quatre baies de disques conçu pour les petites entreprises. Il est équipé d'un processeur quadricœur, de 4 Go de RAM extensible à 8 Go, et offre des fonctionnalités de sauvegarde automatique, de partage de fichiers et de prise en charge RAID pour la redondance des données.

NAS en cluster

- Pour éviter un point de défaillance unique, un NAS en cluster peut être utilisé.





Avantages du NAS en cluster

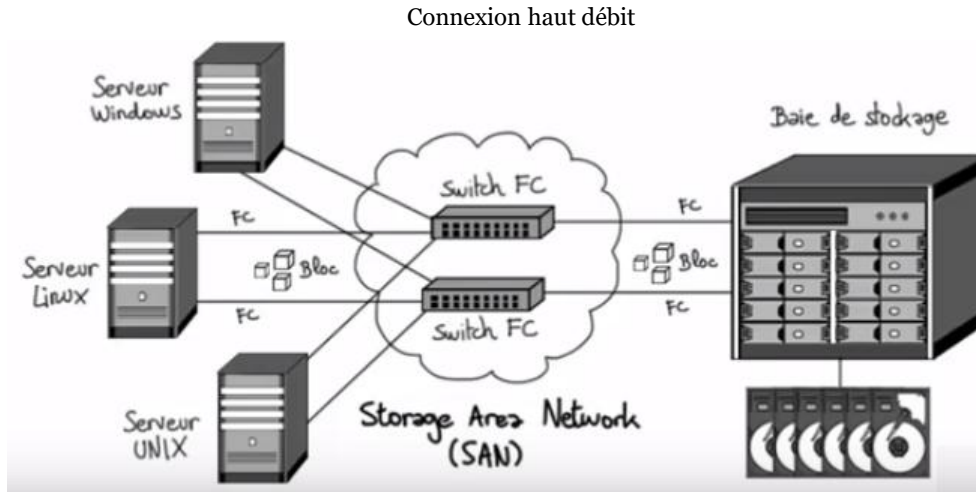
- **Architecture distribuée** : Un NAS en cluster est composé de plusieurs nœuds de stockage, chacun étant un appareil NAS autonome équipé de son propre matériel et de son propre système d'exploitation.
- **Équilibrage de charge** : Le NAS en cluster utilise des mécanismes d'équilibrage de charge pour répartir la charge de travail entre les différents nœuds du cluster
- **Gestion centralisée** : Bien que les données soient réparties entre plusieurs nœuds, la gestion du cluster se fait généralement de manière centralisée à partir d'une interface d'administration unique.
- **Tolérance aux pannes et la disponibilité continue** grâce à la Réplication des données entre les différents nœuds du cluster pour garantir la redondance et la disponibilité des données en cas de panne d'un nœud.
- **Évolutivité horizontale**: Les NAS en cluster peuvent facilement s'adapter à l'augmentation des besoins de stockage en ajoutant simplement de nouveaux nœuds au cluster.
- **Évolutivité verticale** : Si on manque de stockage, on peut ajouter un disque visible par tous les nœuds, il suffit qu'il soit connecté à un nœud existant et configuré pour être partagé avec les autres nœuds du cluster.



Storage Area Network: SAN

- SAN (Storage Area Network) est un réseau dédié de stockage de données qui permet de mutualiser les ressources de stockage entre plusieurs serveurs.
- Le stockage SAN utilise généralement une infrastructure de réseau fibre optique dédiée appelée Fibre Channel pour la communication entre les serveurs et les périphériques de stockage.
- Les données sont alors acheminées via des switch dédiés au SAN
- Ces switch sont interconnectés dans un réseau appelé FABRIC
- Les réseaux SAN sont configurés en double FABRIC pour assurer une haute disponibilité par duplication de chemin d'accès (tolérance aux pannes, maintenance matériel transparente aux applications,...)

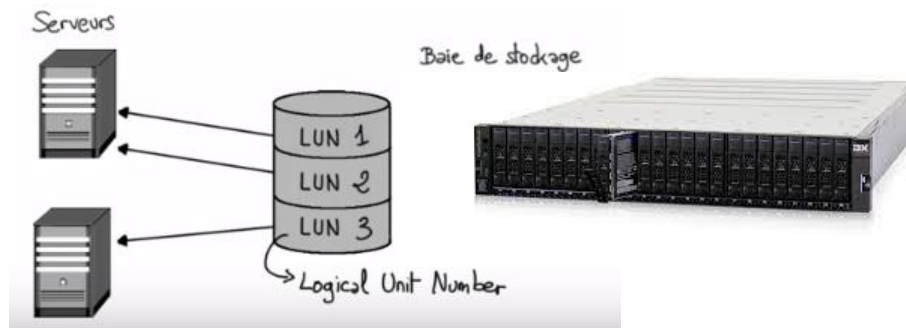
Storage Area Network : SAN





Storage Area Network : SAN

- Un SAN stocke les données sous forme de blocs organisés en unités logiques (LUN: Logical Unit Number), contrairement au NAS qui partage des fichiers sur le réseau, ce qui est plus efficace.
- LUN est un volume logique, qui a un identifiant unique, qui peut résider dans un ou plusieurs périphériques de stockage
- Les blocs logiques LUN sont directement accessibles par le système d'exploitation du serveur comme s'ils étaient locaux.





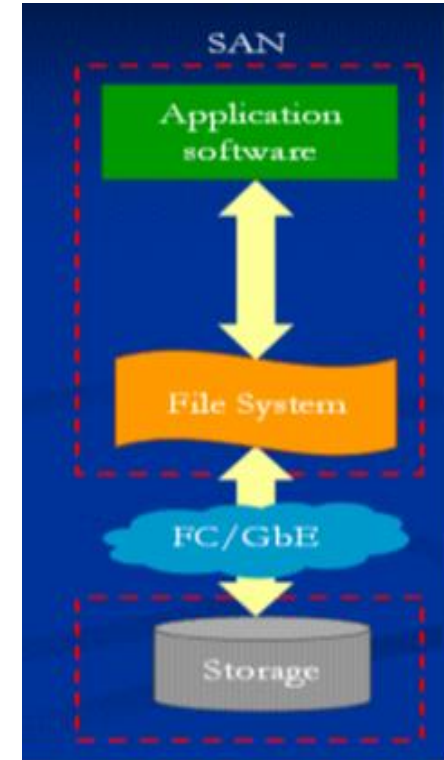
Storage Area Network : SAN

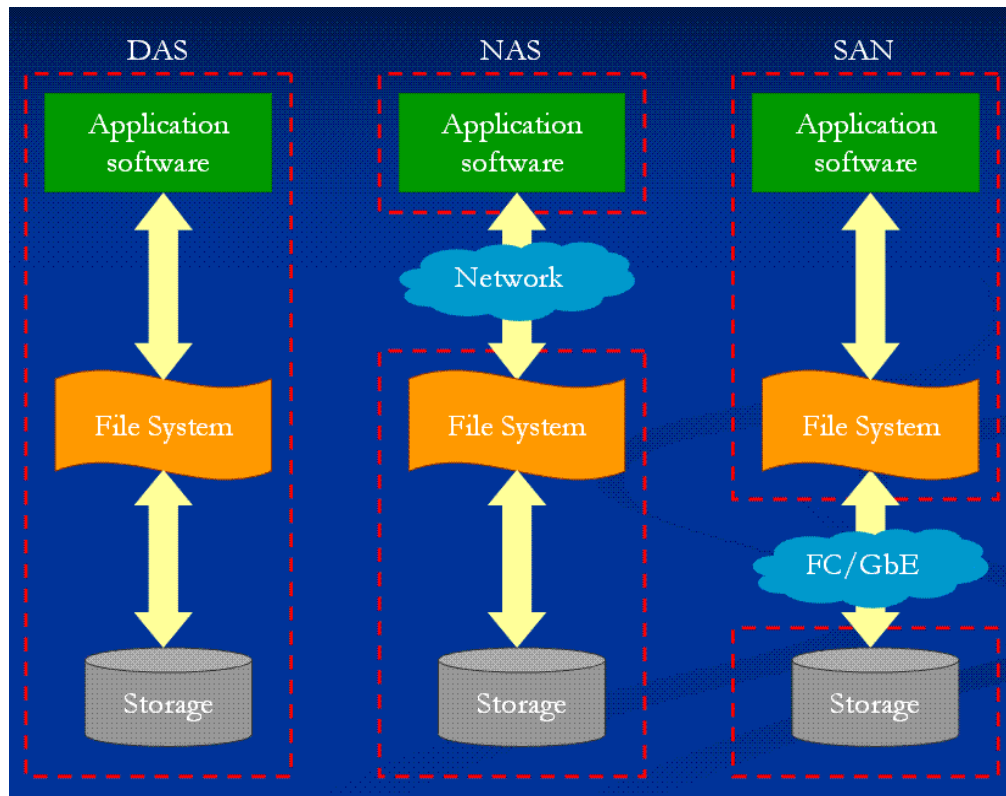
- Les données sont transmises via des protocoles qui permettent de contrôler des disques par le réseau comme :
 - **Fibre Channel** : protocole spécifique au SAN, pour la communication entre les serveurs et les dispositifs de stockage sur un réseau dédié.
 - **iSCSI** : Utilise le protocole Internet Small Computer System Interface (iSCSI) pour encapsuler les commandes SCSI dans des paquets IP, permettant ainsi d'accéder au stockage via un réseau IP.
 - **FCoE (Fibre Channel over Ethernet)** : Permet de transporter le trafic Fibre Channel sur des réseaux Ethernet, offrant des débit jusqu' à l'ordre Gbit/s, éliminant ainsi la nécessité de réseaux LAN et SAN distincts.
- Quoique Internet n'est généralement pas utilisé pour le stockage SAN pour des raisons de sécurité, de performances et de fiabilité.
- les volumes de disques physiques sur les baies de stockage peuvent être agencés en RAID pour des raison de disponibilité et de performance.



Storage Area Network : SAN

- Les serveurs possèdent leur propre système d'exploitation
- Ils accèdent au stockage à travers les protocoles FC, FCoE ou iSCSI
- Les SAN sont utilisés dans les environnements d'entreprise
- Ils peuvent être facilement mis à l'échelle en ajoutant des dispositifs de stockage ou des commutateurs supplémentaires au réseau.
- Les architectures SAN incluent souvent des fonctionnalités de redondance qui garantissent que les données restent accessibles même en cas de défaillance matérielle.







Domaines de Virtualisation

- Serveurs
- Réseaux
- Stockage
- postes de travail
- Applications
- etc.



Virtualisation des postes de travail

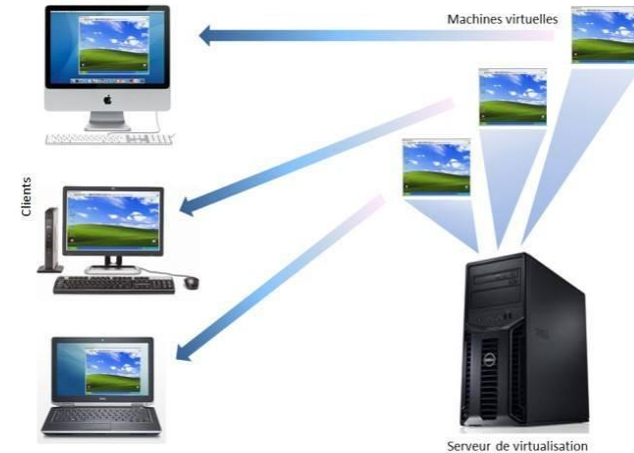
- un poste de travail est environnement grâce auquel une personne dispose des ressources matérielles et logiciel lui permettant d'effectuer son travail.
- Généralement chaque utilisateur a son propre Poste de travail pour accéder à son environnement de travaille
- Chaque poste de travail a son propre système d'exploitation où sont installées les applications métier auxquelles a accès l'utilisateur





Virtualisation des postes de travail

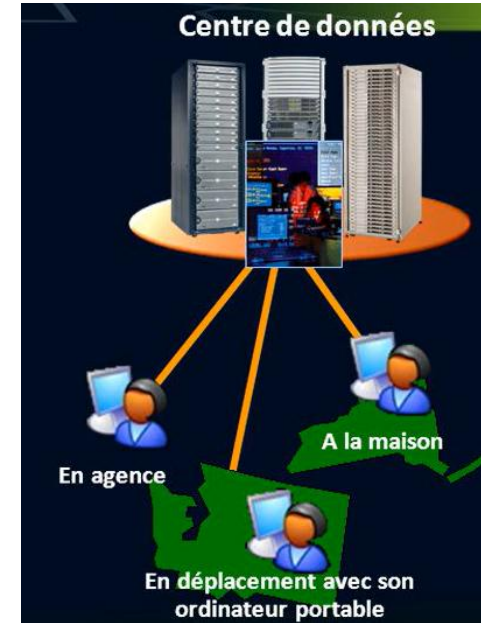
- Le principe de la virtualisation du poste de travail, est de dissocier la position d'exécution du système d'exploitation, des applications et données de l'emplacement du client.
- Ainsi, l'utilisateur peut accéder aux logiciels, sans avoir une machine physique puissante, nécessaire pour les faire fonctionner.
- Les postes de travail sont hébergés sur serveurs distants





Virtualisation des postes de travail

- Deux approches pour la virtualisation des postes :
 - **Poste de travail virtuel local (Local Desktop Virtualization)** repose sur l'idée d'un poste client lourd.
 - Ce concept repose sur l'idée d'un poste client lourd
 - Les postes et applications s'exécutent sur le poste client
 - Deux approches:
 - ✓ Poste local indépendant de l'OS local
 - ✓ OS streaming
 - **Virtualisation de bureau à distance** repose sur un poste client léger.





Poste local indépendant de l'OS local

- l'environnement virtuel du poste s'exécute en totalité sur le poste de travail physique de l'utilisateur, mais dans un environnement complètement distinct et indépendant de l'environnement propre à l'hôte
- La virtualisation de bureau local peut être à l'aide de logiciels de virtualisation de bureau tels que VMware Workstation, VirtualBox ou Microsoft Virtual PC.
- Permet à l'utilisateur d'avoir accès à multitude d'environnements distincts répondant à des besoins spécifiques



L'OS Streaming

- Technologie proposée par Citrix et Vmware
- Un package est produit à partir de l'image d'un système et des applications installées et stocké sur un serveur de streaming d'OS.
- On règle le BIOS du poste de travail client pour qu'il démarre sur le réseau.
- la configuration est réinitialisée à chaque démarrage, le poste télécharge les fichiers qui lui sont nécessaires pour démarrer et les fichiers dont ils ont besoin, et les gardent en mémoire vive.
- Au fur et à mesure que le travail de l'utilisateur avance et qu'il fera appel à davantage de fonctions, le serveur enverra des éléments supplémentaires.



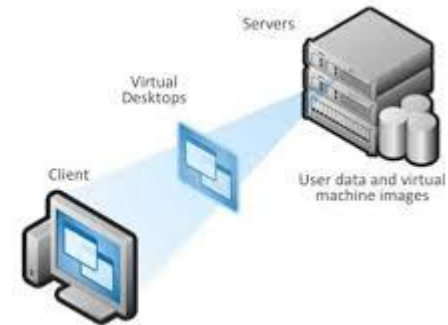
Virtualisation de bureau à distance

- Les postes et applications s'exécutent sur le serveur à distance
- Deux approches :
 - VDI (Virtual Desktop Infrastructure) : le poste de travail est hébergé sur un serveur dans le centre de données
 - RDS (remote desktop services) : les utilisateurs se connectent à un bureau partagé qui fonctionne sur un serveur distant.



VDI : Hosted Virtual Desktop

- C'est une technique de virtualisation permettant l'accès à une interface bureautique virtualisée hébergée sur un serveur distant au sein d'un Data Center.
- A chaque utilisateur on attribue une VM qui exécute son propre système d'exploitation
- Chaque utilisateur est le seul à accéder à son bureau de manière sécurisée.
- Chaque VM peut être personnalisée selon les besoins

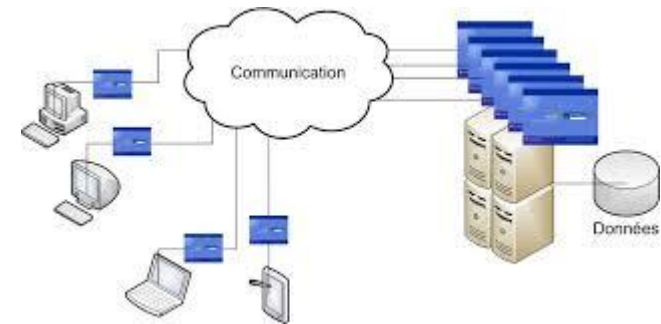




VDI : Hosted Virtual Desktop

■ Deux façons d'attribuer une VM

- **Image dédiée :** Cette approche héberge un seul poste de travail par serveur (image dédiée) et elle est adaptée aux applications plus gourmandes en ressources.
- **Bassin d'images:** un serveur contient plusieurs VM chacune hébergeant un utilisateur.
 - ✓ l'affectation d'une MV peut être **statique** ou **dynamique**.
 - ✓ Non-persistant VDI : Une fois que l'utilisation de celle-ci est terminée, l'image revient à son état d'origine et les modifications effectuées par l'utilisateur sont ainsi éliminées.
 - ✓ Persistant VDI : chaque fois que les utilisateurs se connectent, ils accèdent aux mêmes machines virtuelles et les données personnalisées sont sauvegardées entre les sessions des utilisateurs.





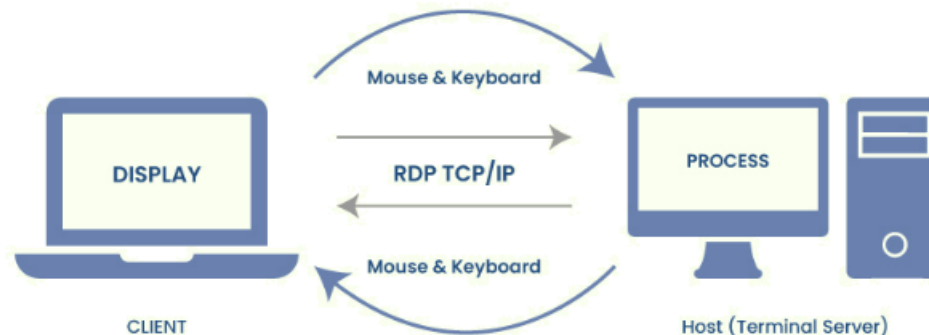
VDI

- La VDI est principalement gérée en interne dans le centre de données sur site d'une entreprise, le déploiement et les mises à jour étant gérés en interne.
- **Besoins en bande passante** : Les environnements VDI nécessitent une bande passante élevée et constante pour fournir des performances optimales, ce qui peut être un défi dans les environnements à faible bande passante ou à distance.
- **Coût élevé** : La mise en place d'un environnement VDI peut être coûteuse au départ, car il faut du matériel haut de gamme pour faire exécuter les machines virtuelles et une infrastructure réseau robuste pour garantir des performances optimales.
- **Connectivité**: En cas de problèmes de connexion ou de performances réseau, la productivité des utilisateurs peut être affectée.
- **La capacité** de l'environnement VDI dépend des ressources informatiques disponibles
- Les bureaux virtuels peuvent être **personnalisés** selon les besoins



Remote Desktop Services (RDS)

- Remote Desktop Services (RDS) est une technologie de virtualisation de bureau développée par Microsoft.
- RDS permet aux utilisateurs d'ouvrir une session pour se connecter à un serveur à distance (ex: windows server) et d'accéder à leurs applications et leurs données depuis n'importe quel endroit disposant d'une connexion Internet.
- Les utilisateurs se connectent via un protocole comme Microsoft Remote Desktop Protocol (RDP) à leur bureau distant personnel via n'importe quel terminal compatible (PC, Mac, Linux, Tablette).



Remote Desktop Services (RDS)

- Un logiciel RDSH (Remote DeskTop Session Host), installé sur le serveur permet à plusieurs utilisateurs connectés de travailler en même temps dans un environnement bureautique personnel.
- Les ressources du serveur sont mutualisés entre plusieurs utilisateurs.





DaaS: Desktop as a Service

- Tous deux permettent aux utilisateurs d'accéder à des bureaux virtuels
- Le Desktop as a Service est une offre d'informatique dématérialisée dans laquelle un fournisseur de services met à la disposition des utilisateurs finaux des bureaux virtuels via l'internet, moyennant un abonnement par utilisateur.
- Avantages :
 - Déploiement rapide et simple des logiciels et des OSs
 - Sécurité des postes de travail (SE, données sur le cloud)
 - Augmentation de la mobilité des utilisateurs (connexion à distance)
 - flexibilité face aux demandes des utilisateurs et scalabilité
 - Les bureaux virtuels peuvent être personnalisés selon les besoins

DaaS vs VDI

VDI



- Le VDI nécessite un matériel important fonctionnant dans le centre de calcul de l'entreprise.
- Les entreprises ont un contrôle total sur la sécurité des bureaux virtuels et sur la manière dont les systèmes d'exploitation des bureaux virtuels sont configurés.
- le VDI est un bon choix pour ceux qui souhaitent conserver leurs données sensibles dans leur propre centre de données
- L'évolutivité ne peut être obtenue qu'en ajoutant du matériel.

DaaS vs VDI



DaaS

- le DaaS utilise un système basé sur le Cloud d'un fournisseur DaaS
- DaaS s'occupe de tous les problèmes de connectivité au niveau de l'infrastructure et de la gestion des bureaux
- Le DaaS peut être déployé rapidement et facilement
- DaaS peut s'avérer plus coûteux que le VDI car l'organisation paie des frais de service mensuels tant qu'elle utilise le service.



Virtualisation des postes de travail

- Solution Desktop virtuel local :
 - Vmware fusion + Parallels desktop for Mac (il est possible d'installer windows, linux, etc.)¹
 - Vmware workstation, ...
- Solutions prenant en compte l'OS streaming : Amazon Workspaces, Windows Virtual Desktop (WVD), Citrix Virtual Apps and Desktops, Nutanix, etc.
- Solutions VDI:
 - Citrix Virtual Apps and Desktops ,
 - VMware Horizon 7
 - Oracle Virtual Desktop Infrastructure.
- Solutions DaaS:
 - Amazon Workspaces (offre les bureaux Linux et Windows)
 - Azure Virtual Desktop (offre les bureaux Windows)
 - Citrix Managed Desktops qui utilise Microsoft Azure cloud