

Matériel Serveur

Hainaut Patrick 2024

But de cette présentation

- Est présenté ici, le matériel utilisé dans un serveur professionnel
- La présentation Struct1 sur le matériel PC est supposée connue
- De nombreux points sont communs et ne sont pas repris ici

Introduction

- Un PC traditionnel est généralement utilisé comme poste de travail
- Il est généralement utilisé par un utilisateur
- Un serveur va pouvoir servir à différentes choses: contrôleur de domaine, serveur Web, serveur de fichiers, ...
- Il implique généralement plusieurs personnes et des données importantes
- Sa conception doit donc être plus rigoureuse et moins sensible aux pannes

Serveur (Server)

On s'intéresse ici à l'aspect matériel (hardware) du serveur, l'aspect logiciel étant abordé au niveau du cours de réseau

Un exemple de serveurs que l'on peut rencontrer dans un professionnel



Types de serveurs

- La plupart des serveurs physiques sont des serveurs en rack 19": ils sont prévus pour rentrer dans une armoire réseau dont les baies ont une largeur standard de 19" (48,26 cm)



Types de serveurs

- Au niveau de la hauteur des serveurs rackables, on distingue des serveurs 1U, 2U, 3U, ...
- 1U = 1,75" (4,445 cm)
- A noter que le matériel réseau professionnel (switch, routeur, firewall, ...) se conforme aussi à ces dimensions (19" et xU)



Types de serveurs

- On trouve aussi des serveurs lames (blade server) qui ont un encombrement réduit
- Ils s'enfichent dans un châssis 19" qui mutualise certaines ressources comme l'alimentation, l'accès réseau, le lecteur DVD, les connectiques écran, clavier, souris, ...



Racks 19"

- On trouve des racks de plusieurs hauteurs
- Les plus courants en entreprise sont des racks de 42U
- Ils embarquent, outre les serveurs et équipement réseaux, des UPS, des front panels, des consoles (écran, clavier, souris), des switchs KVM, ...



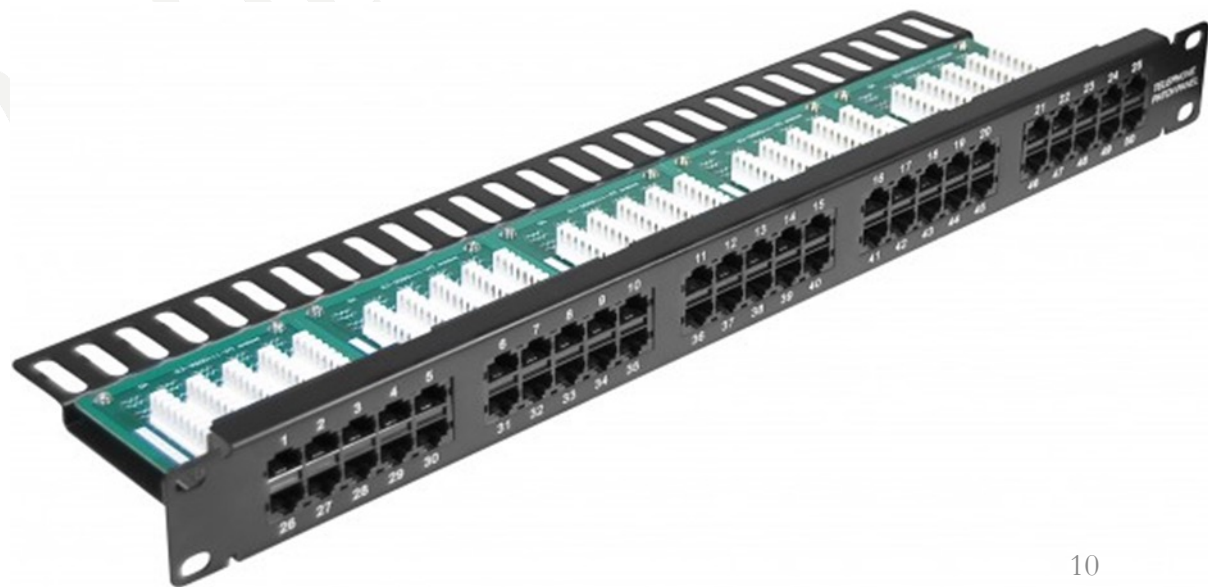
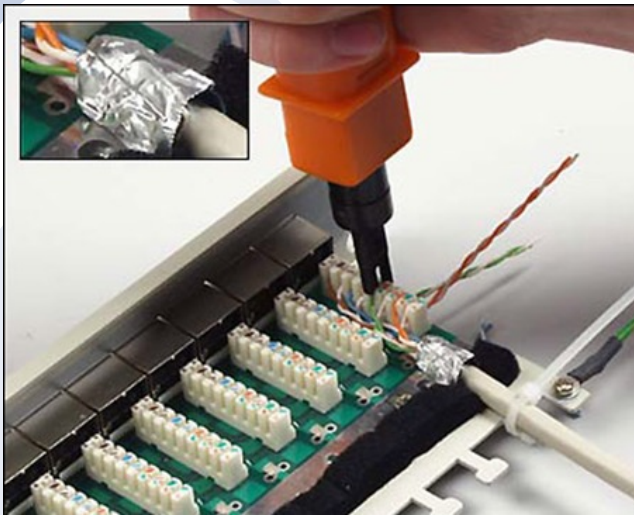
Racks 19"

- Ils occupent généralement un salle dédiée, climatisée, à accès sécurisé
- Avant de penser à la sécurité logicielle, il faut d'abord penser à la sécurité physique des équipements !



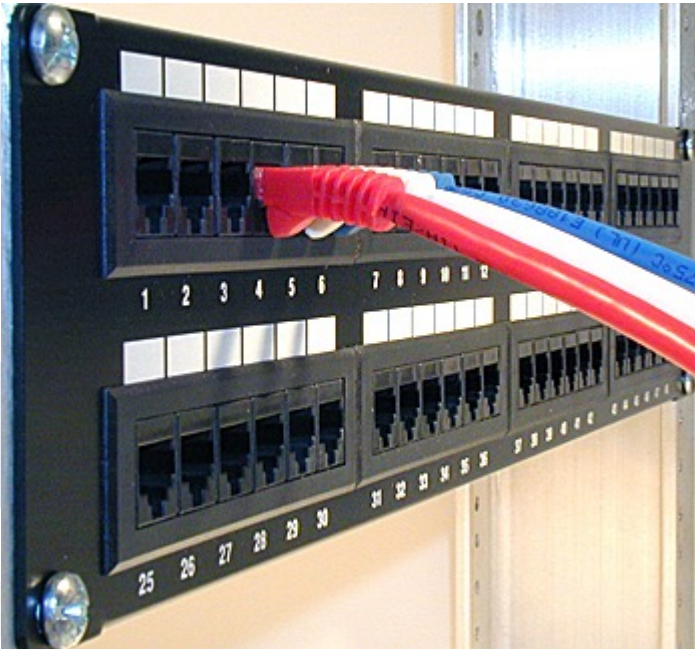
Rack 19" - Front Panel

- La plupart du matériel installé dans le rack (serveurs, switches, routeurs, ...) seront connectés en réseau
- Pour connecter tout cela proprement, on va utiliser un panneau de brassage (front panel) sur lequel on connectera tous les câbles arrivant au rack



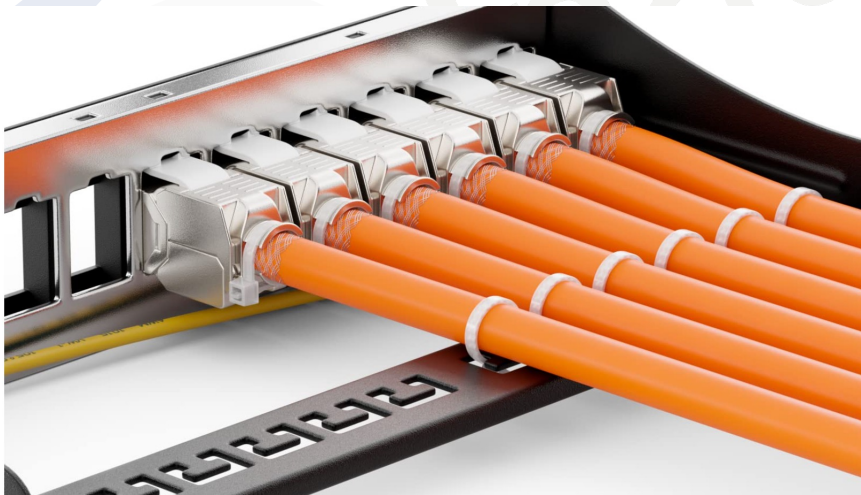
Rack 19" - Front Panel

- Pour aller du front panel au matériel, on utilisera des cordons de raccordement (patch cord ou patch cable)



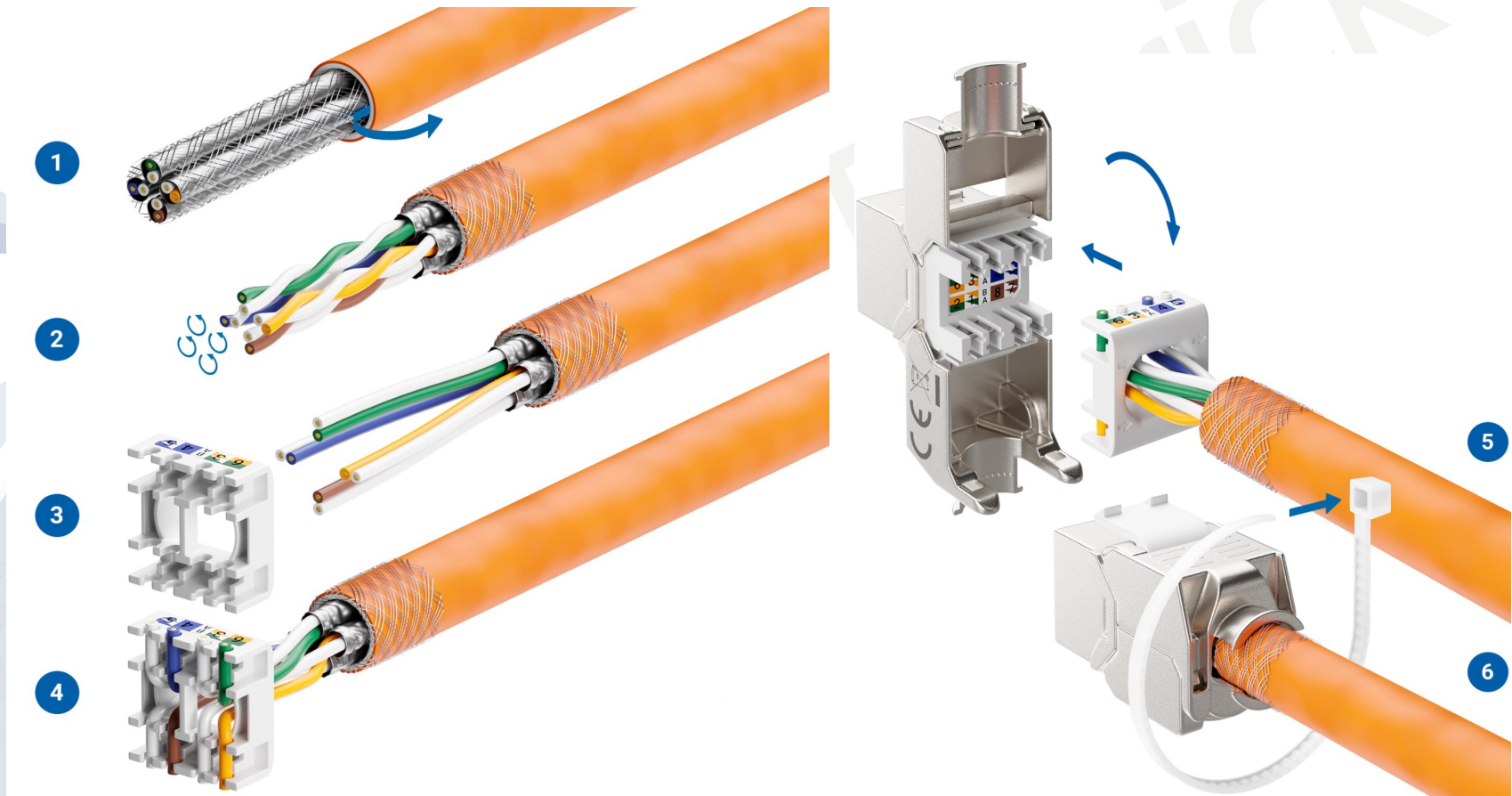
Rack 19" - Front Panel

- Avec les câbles réseaux catégorie 6 ou 7 plus épais qui vont aller du rack réseau aux prises murales, les front panel ont dû s'adapter



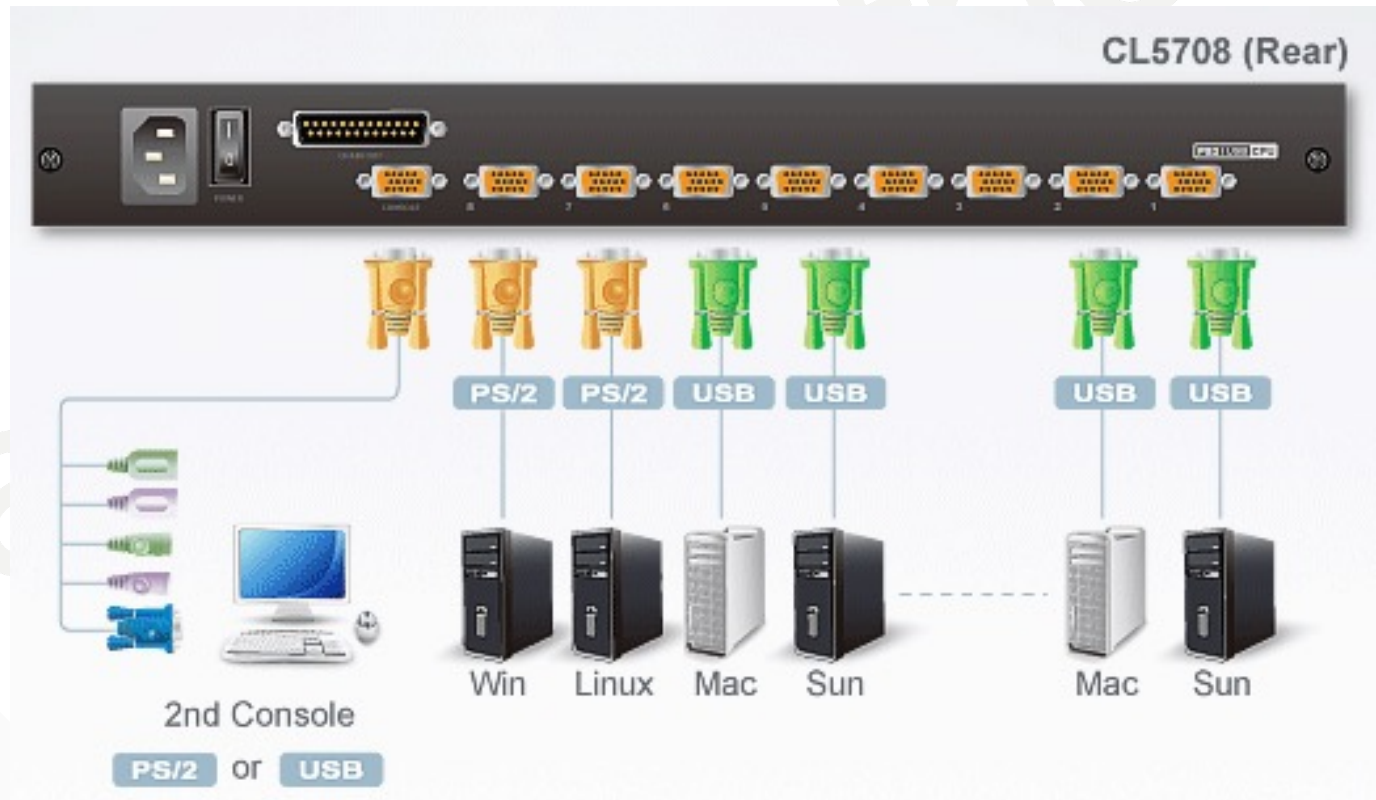
Rack 19" - Front Panel

- Raccordement d'un câble au niveau du connecteur de front panel



Rack 19" - KVM

- Un switch KVM (Keyboard Video Mouse) permet de mutualiser le clavier, la souris et l'écran pour les différents serveurs connectés dans le rack



Rack 19" - KVM

- Une console LCD avec clavier et touchpad peut alors être utilisée, elle est au format 19" et prend 1U de hauteur
- Le switch KVM y est inclus dans certains modèles



Types de serveurs

- Et finalement, on trouve des tours serveurs, car toutes les sociétés ne possèdent pas un rack 19"
- Elles peuvent se poser sur un bureau mais font généralement plus de bruit qu'un PC traditionnel
- On peut aussi construire un serveur avec du matériel PC traditionnel, ça revient moins cher mais on ne peut le qualifier de serveur professionnel ...



Constitution d'un serveur

Le serveur est composé de composants similaires à un PC:

- d'un boîtier
- d'une ou plusieurs alimentations
- d'une carte mère avec contrôleurs/périphériques intégrés
- d'un ou plusieurs processeurs
- de mémoire vive
- d'un ou plusieurs disques dur
- éventuellement d'un lecteur/graveur DVD ou Blue-ray
- éventuellement de cartes périphériques

Constitution d'un serveur

- Contrairement à un PC, il est assez rare de constituer un serveur professionnel en choisissant les pièces une par une
- On choisira donc une marque comme HP, Dell, IBM, ... et un modèle en fonction des caractéristiques techniques souhaitées
- Dans la suite de la présentation, nous allons présenter les éléments séparément, dans un but didactique

Boitier serveur (Server case)

- On trouve trois type de modèles:
 - Les boitiers rackables 19" dont la hauteur dépend du nombre d'éléments à insérer, les serveurs 1U (serveur pizza) étant les plus minces
 - Les tours, généralement avec plus de baies 5"1/4 que les PC pour pouvoir insérer des disques dur rackables
 - Les chassis de serveurs lame (blade chassis)

Boitier serveur

le boitier
rackable:



la tour:



le châssis de
serveurs lame:



Alimentation server (server power supply)

- Dans un serveur, l'alimentation peut être:
 - Redondante (si une alimentation tombe, une autre assure la continuité)
 - Rackable à chaud (ça permet d'enlever une alimentation sans éteindre le serveur mais il faut, bien sur, qu'il reste une alimentation en fonction ;-)
- Sa puissance est calibrée en fonction des composants du serveur et de l'évolution possible

Alimentation serveur

Serveur avec 2 alimentations rackables (face arrière):



Serveur avec 2 alimentations rackables (face avant):



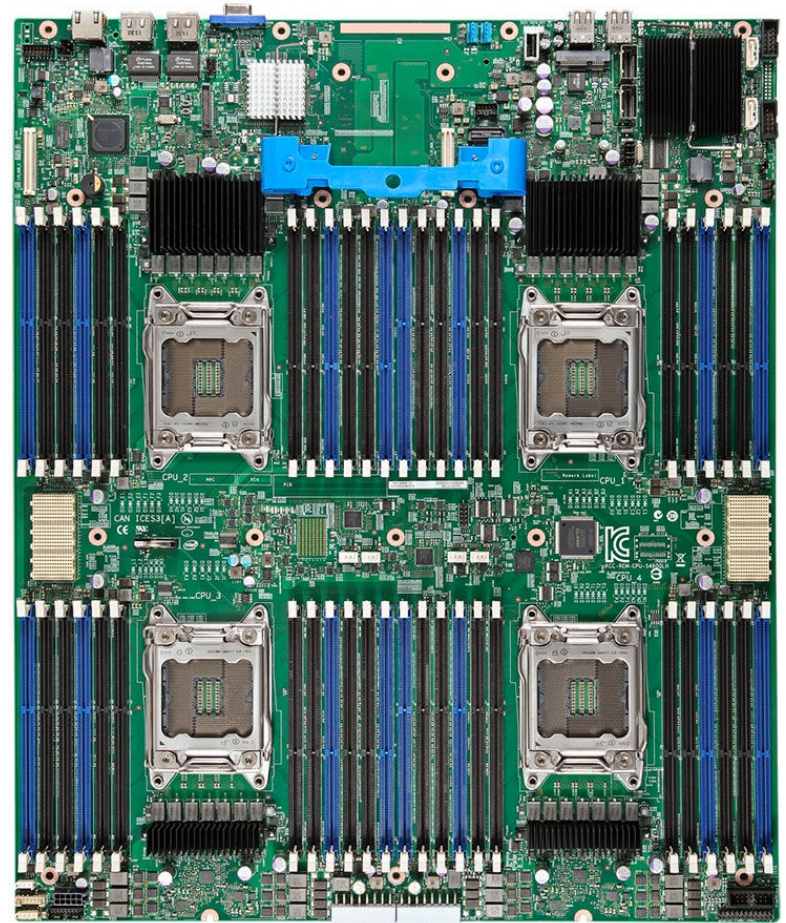
Carte mère serveur (server motherboard)

- La carte mère d'un serveur sera souvent d'un format propriétaire
- Elle accueillera généralement un ou deux processeurs (le standard c'est deux)



Carte mère serveur

- Elle peut aussi en accueillir 4 ou plus
- Le nombre de slots disponibles pour la mémoire vive est plus important que dans le cas d'un PC



Carte mère serveur

- Comme dans le cas d'un PC, la carte mère est équipé d'un socket qui acceptera une famille bien précise de processeurs



Carte mère serveur

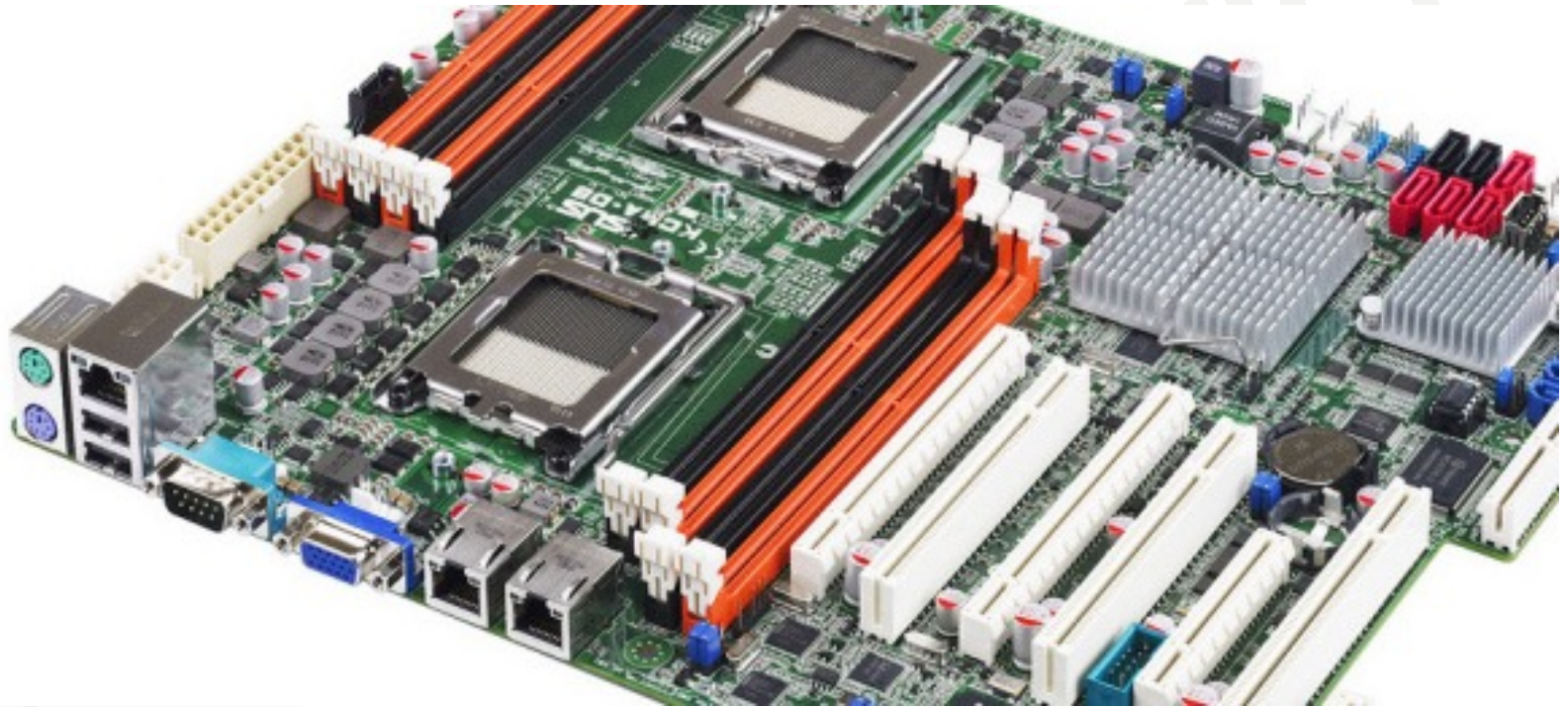
- Comme pour les PC, les cartes mères serveur embarquent pas mal de périphériques qui étaient auparavant sous forme de carte d'extension:
 - Les ports ps/2 clavier et/ou souris (qd ils existent encore)
 - Les ports USB 2 et 3
 - Les cartes réseaux 1Gb/s ou 10Gb/s (souvent au nombre de 2 ou 4)
 - La sortie vidéo (VGA généralement) en association avec une puce graphique présente sur la carte mère
 - Une interface de contrôle, au format RJ-45, permettant le contrôle à distance hardware du serveur (reboot, réinstallation, ...) et de surveiller certains composants (ventilateurs, ...)

Carte mère serveur: interface de ctrl

- Généralement, un serveur sera administré à distance, via une console SSH ou Bureau à distance
- Si le serveur est "planté", ça ne fonctionne plus ...
- L'interface de contrôle permet de prendre la main sur le serveur même si il est planté pour le rebooter ou le réinstaller
- iLO chez HP, iDRAC chez Dell, ThinkServer chez Lenovo, ... chaque marque a son interface de contrôle

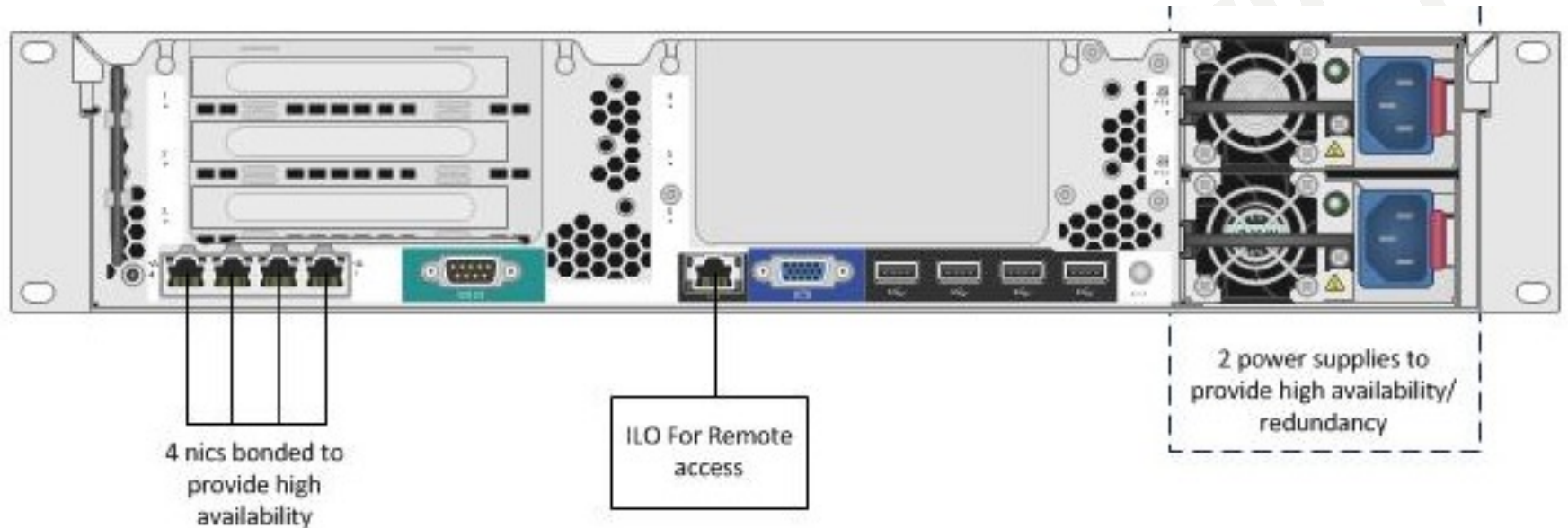
Carte mère serveur - back panel

- Exemple de back panel qu'on peut trouver actuellement:



Carte mère serveur - back panel

- Autre exemple pour un HP proliant DL380p G8



ILO pour Integrated Lights-Out qui permet comme l'IPMI de prendre le contrôle à distance du serveur

Processeur (processor)

- Les serveurs utilisent des modèles de processeurs spécifiquement prévu avec des sockets différents des processeurs de PC



Processeur

Processeurs serveurs Intel:

Année	Nom	Nb de cores	Fréq horloge	Data bus	Cache L3
2015	Xeon E3 v3	2 à 4	2,6 à 3,4 GHz	64 bits	6 à 8 Mo
2014	Xeon E5 v3	4 à 18	1,6 à 3,7 GHz	64 bits	10 à 45 Mo
2015	Xeon E7 v3	4 à 18	1,9 à 3,2 GHz	64 bits	20 à 45 Mo

Depuis la gamme s'est diversifiée avec des modèles silver, gold et platinum

Exemples:

Année	Nom	Nb de cores	Fréq horloge	Data bus	Cache L3
2023	Xeon Silver 4510T	12	2 à 3,7 GHz	64 bits	30 Mo
2023	Xeon Platinum 8592V	64	2 à 3,9 GHz	64 bits	320 Mo

Processeur

Processeurs serveurs AMD:

Année	Nom	Nb de cores	Fréq horloge	Data bus	Cache L3
2012	Opteron série 6200	4 à 16	1,8 à 3,5 GHz	64 bits	16 Mo
2014	Opteron série 6300	12 à 16	1,6 à 2,7 GHz	64 bits	16 Mo

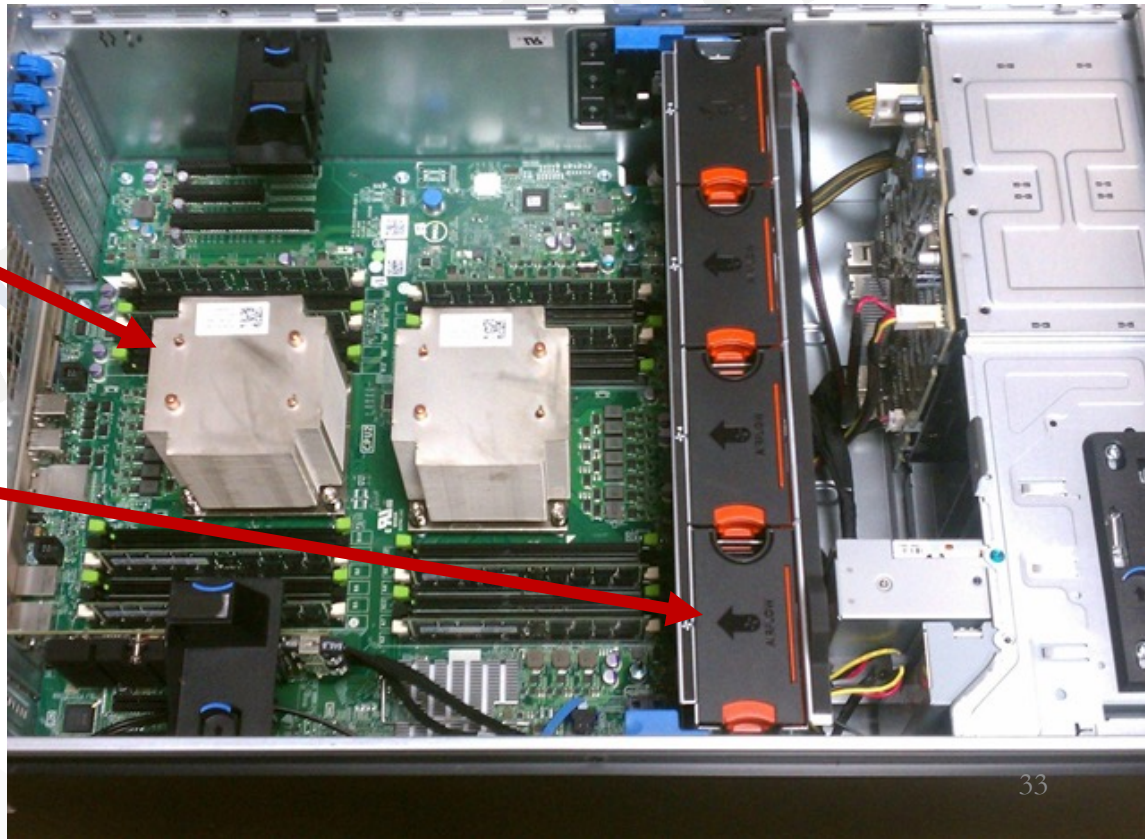
Depuis la gamme s'est diversifiée avec les modèles Epyc et Ryzen Threadripper Pro

Exemples:

Année	Nom	Nb de cores	Fréq horloge	Data bus	Cache L3
2023	Epyc 9684X	96	2,5 à 3,7 GHz	64 bits	1152 Mo
2023	Ryzen Threadripper pro 5995WX	64	2,7 à 4,5 GHz	64 bits	256 Mo

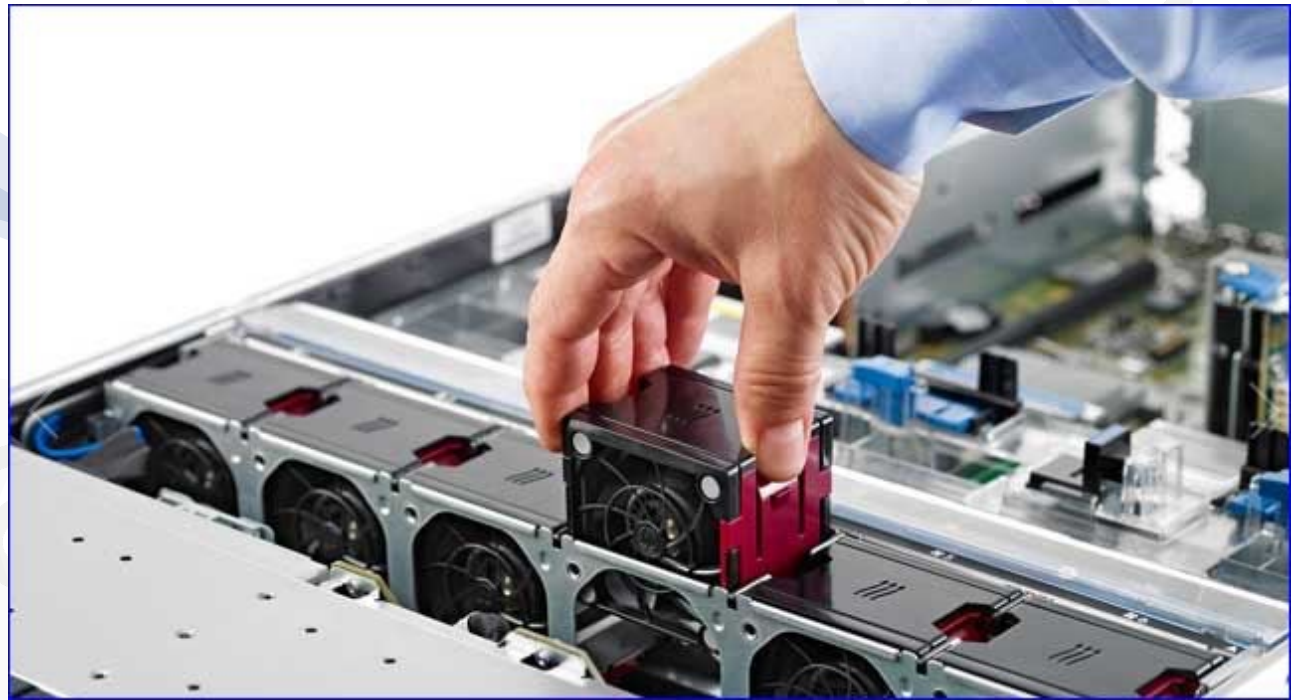
Refroidissement processeur

- Les processeurs de serveurs dissipant plus de puissance que les processeurs de PC traditionnels, la dissipation de chaleur devra être prévue en conséquence
- On voit ici les deux radiateurs des processeurs Intel Xeon et la ligne de ventilateurs juste derrière



Refroidissement processeur

- La plupart du temps, ces ventilateurs sont remplaçables à chaud

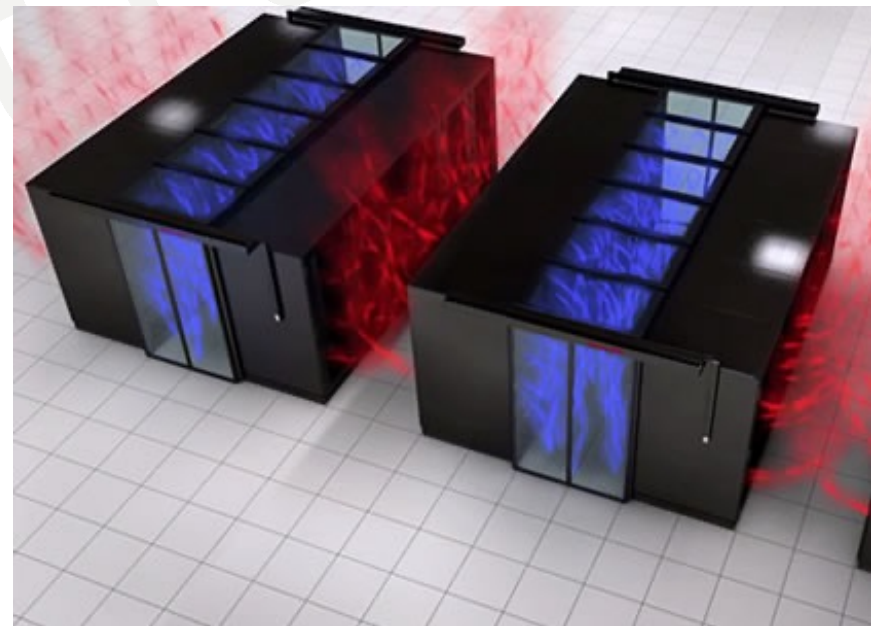


Refroidissement serveur

- Les ventilateurs processeur(s) + d'alimentation(s) produisent évidemment beaucoup de bruit ... pour un seul serveur ...
- Imaginez si ils sont plusieurs ...
- La chaleur produite est elle aussi impressionnante ...
- C'est pour ces raisons qu'on ne va pas placer un serveur professionnel sur le coin d'un bureau du secrétariat ...
- On va rassembler tout l'équipement informatique serveur, réseau, de stockage dans une salle prévue pour: la salle serveur (voir page 8 et suivantes)

Refroidissement salle serveur

- La salle sera insonorisée pour l'extérieur avec des matériaux adéquats et un système de climatisation sera mis en place
- On travaillera généralement avec un couloir d'air froid injecté dans les racks et un couloir d'air chaud qui récupérera l'air en sortie des racks pour l'extraire



Refroidissement salle serveur

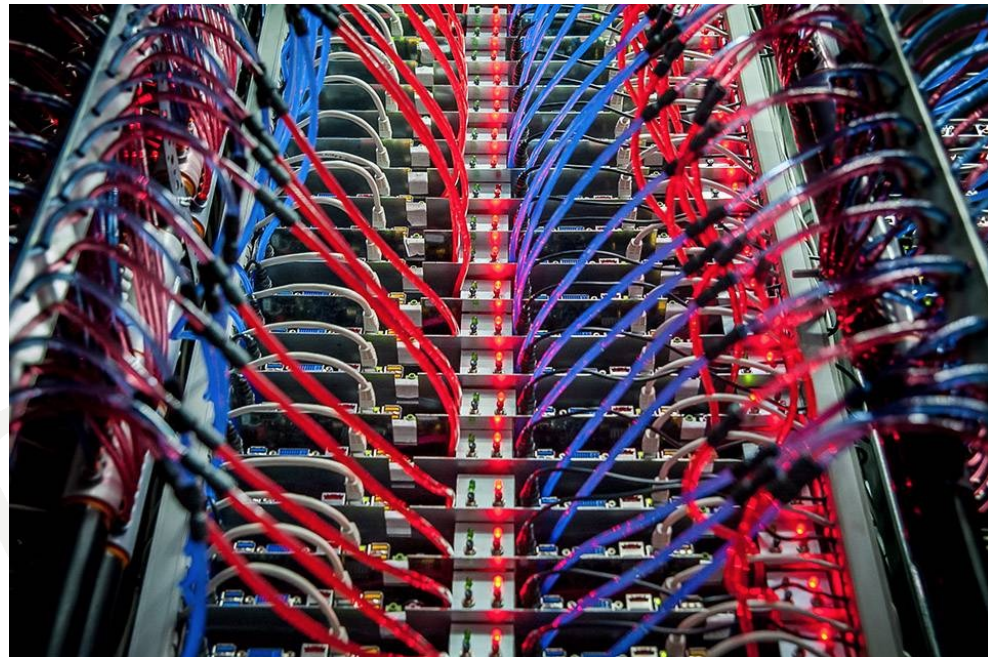
- Voici une vue du réseau de refroidissement d'un datacenter de chez Google



- Visitez un datacenter Google:
<https://www.youtube.com/watch?v=avP5d16wEp0>

Refroidissement salle serveur

- OVH a choisi un refroidissement par eau pour ces datacenters



- <https://www.ovh.com/fr/apropos/green-it.xml>

Mémoires dans un serveur

- Notre système informatique comporte plusieurs types de mémoires
- Principalement, nous trouverons:
 - De la mémoire cache, à l'intérieur du processeur, ultra-rapide pour travailler à sa cadence, mais très chère
 - De la mémoire vive, sur la carte mère, assez rapide et moins chère mais au contenu volatile
 - De la mémoire de masse, généralement sous forme de disque dur, pas chère, qui garde le contenu, mais fragile et très lente
 - On peut rajouter actuellement, entre la mémoire vive et la mémoire de masse, les SSD, qui sont des hybrides

Mémoire vive serveur (RAM)

- Vu le caractère sensible des serveurs, la mémoire vive doit être encore plus fiable que dans les PC traditionnels
- On parlera de mémoire "fully buffered DIMM (FB-DIMM)" qui utilise une mémoire tampon entre le contrôleur mémoire et le module, ce qui augmente la fiabilité et permet une correction d'erreur (disponible en DDR2)



Mémoire vive serveur

- On parlera de mémoire "ECC unbuffered" (Error Correction Coding) qui possède des bits de contrôle permettant la détection d'erreurs



Mémoire vive serveur

- On parlera de mémoire "ECC Registered (RECC)" qui possède en plus des bits de contrôle, un registre (mémoire) tampon pour augmenter la fiabilité d'accès aux données



Mémoire vive

- Ces trois types de mémoires ne sont pas compatibles avec les cartes mères de PC traditionnel et vice versa
- Le prix est bien sur beaucoup plus cher pour ce type de mémoire
- On trouve comme dans les PC traditionnels des mémoires de toutes tailles, fréquences, génération (on est à la DDR4), et Dual Channel

Périphériques de stockage serveur

- Les périph. de stockage, appelés aussi mémoires de masse permettent de stocker durablement programmes et données. Leur vitesse d'exécution est plus lente que celle de la mémoire vive



Périphériques de stockage serveur

- Au niveau périphériques de stockage, nous trouvons principalement:
 - Lecteur/graveur DVD/Blue-ray IDE ou SATA
 - disque dur interne scsi ou sas

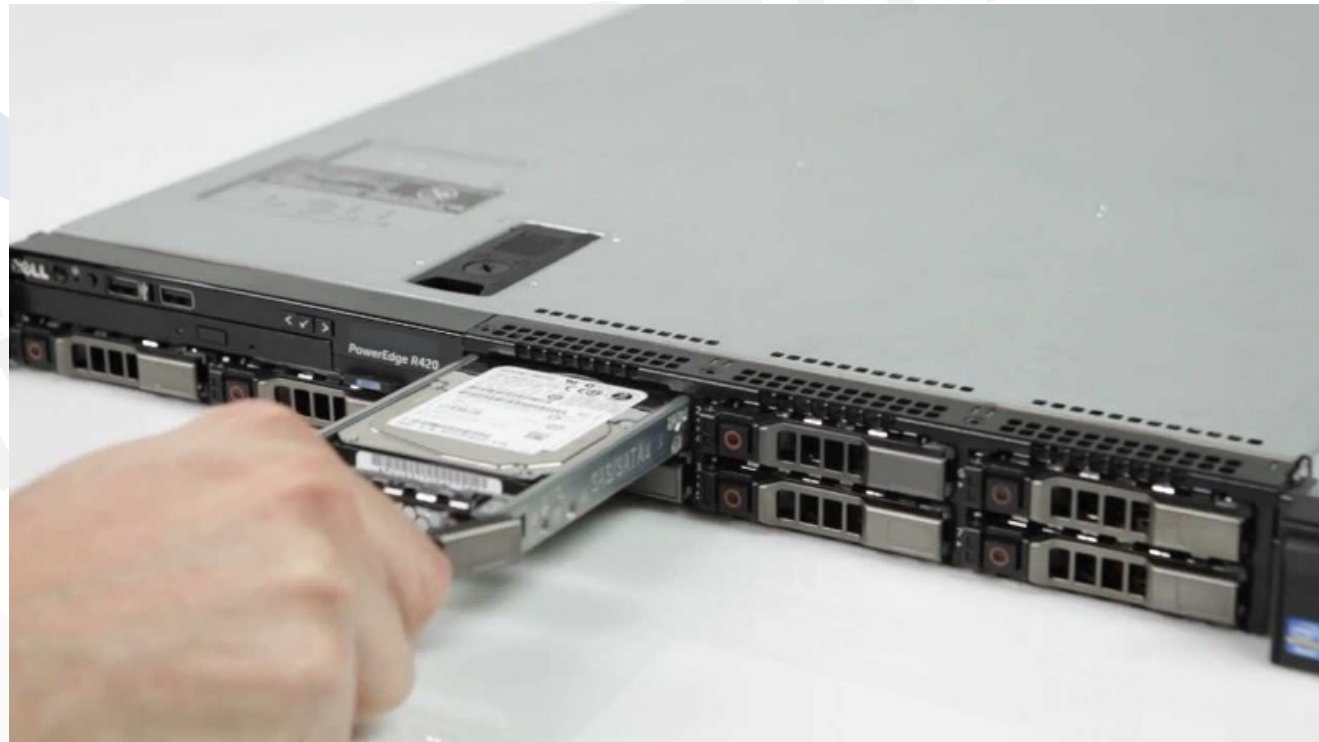


Normes principales de disques dur serveur

Norme	Bande passante	Nbr de périphériques par carte contrôleur
SCSI-1	5 Mo/s	7
SCSI-2	10 Mo/s	7
SCSI-2-Wide	20 Mo/s	15
SCSI-2-Ultra Wide	40 Mo/s	15
SCSI-3-Ultra-2 Wide	80 Mo/s	15
SCSI-3-Ultra 160 SCSI	160 Mo/s	15
SCSI-3-Ultra 320 SCSI	320 Mo/s	15
SCSI-3-Ultra 640 SCSI	640 Mo/s	15
SAS	375 Mo/s	128 (en théorie)
SAS 2.0	750 et 1500 Mo/s	128 (en théorie)

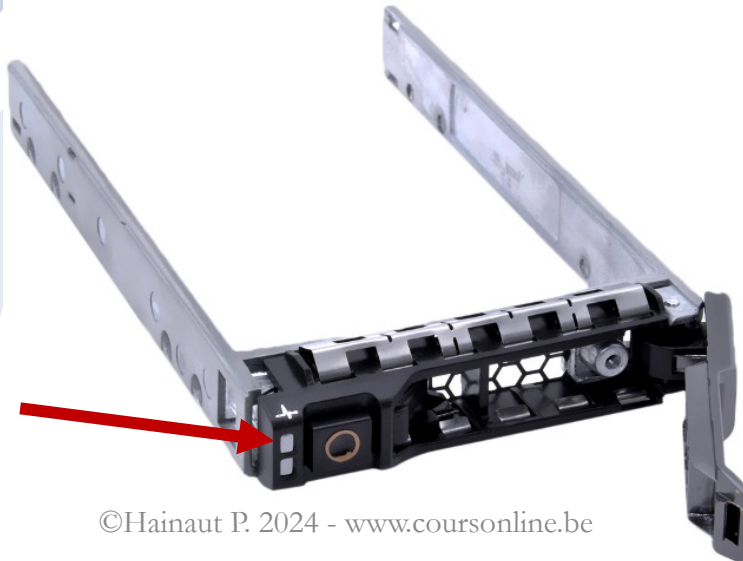
Baie de disques

- La plupart des serveurs embarquent un contrôleur de disque dur qui permet de visualiser l'état de santé de chaque disque dur et son remplacement à chaud
- Les disques sont alors directement accessibles en face avant et une LED indique l'état de santé



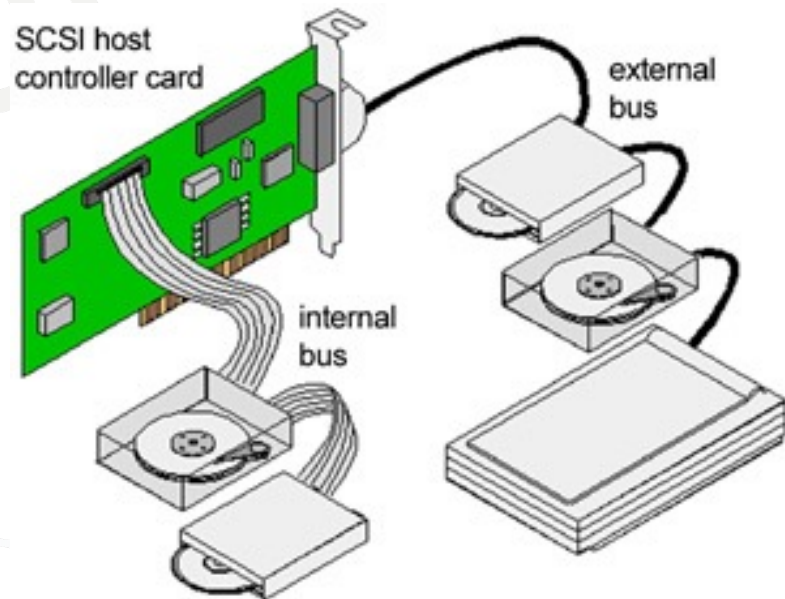
Rack de disques

- Les disques sont insérés dans un rack dont le modèle correspond au modèle de baie installée sur le serveur



Disques SCSI (Small Computer System Interface)

- Le bus SCSI est un bus rapide, inventé en 1979 et standardisé en 1986, permettant de gérer des périphériques internes ou externes; disques durs, graveurs, scanners
- Actuellement, on l'utilise uniquement pour les disques durs
- La version 1, sur 8 bits, permettait de connecter 7 périphériques + la carte contrôleur



Disques SCSI

- On peut installer plusieurs cartes contrôleur sur un système
- Chaque carte contrôleur possède un identificateur réglable pour les différencier
- Ci-contre, une carte Ultra 160



Disques SCSI

- Les périphériques possèdent aussi un identificateur
- Ci-dessus, un disque Ultra 320 et son connecteur



Disques SAS (Serial Attached SCSI)

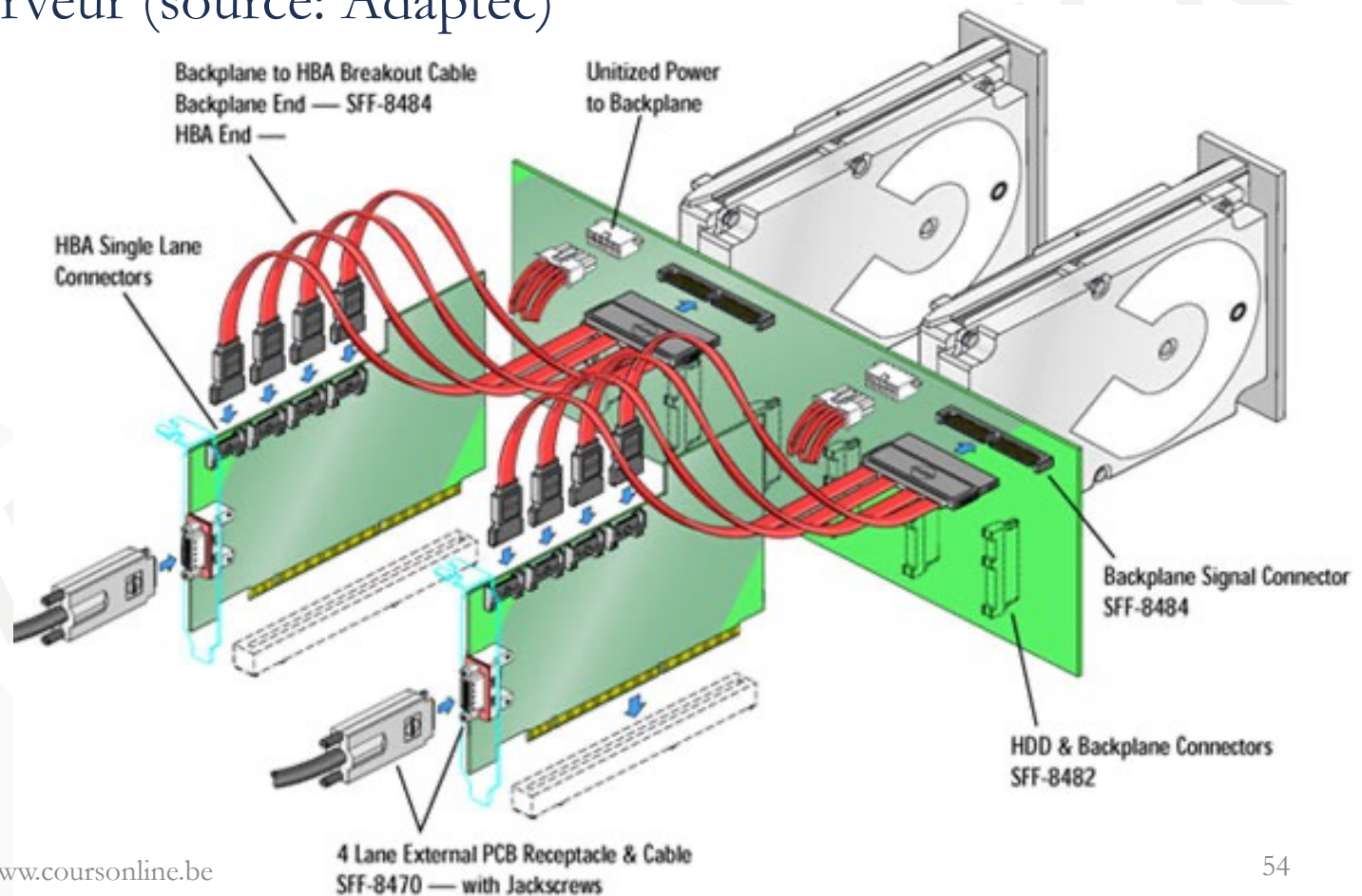
- C'est une combinaison du SCSI et du SATA
- Le gros avantage du SAS, c'est que la bande passante n'est pas partagée entre les périphériques contrairement au SCSI
- Le deuxième avantage est l'augmentation possible des débits alors qu'en SCSI on était limité par la dégradation des signaux avec l'augmentation de la fréquence

Disques SAS (Serial Attached SCSI)

- Et on peut aussi connecter des disques SATA sur le contrôleur SAS, ce qui permet de combiner des disques rapides (SAS) avec des disques de stockage moins chers (SATA)
- Remarque: on ne peut pas brancher de disques SAS sur un contrôleur SATA

Disques SAS

- Schéma de connexion des cartes contrôleurs et des disques SAS dans un serveur (source: Adaptec)



Disques SAS (Serial Attached SCSI)

- Exemple de contrôleur SAS (Adaptec) avec le câble permettant de connecter des disques SAS



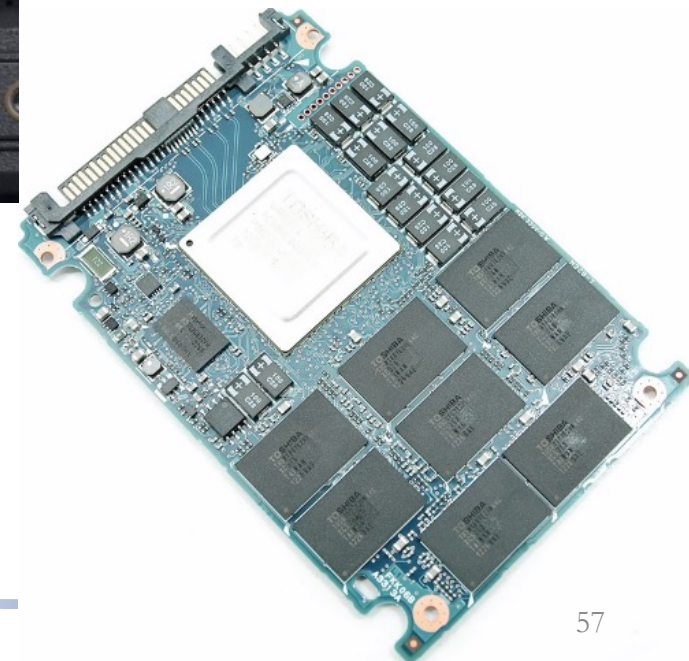
Disques SAS (Serial Attached SCSI)

- Exemple de disque dur SAS
- Attention, le connecteur est légèrement différent de celui d'un disque SATA (petit pont entre le connecteur d'alimentation et celui des données)



Disques SAS (Serial Attached SCSI)

- On trouve maintenant des disques SSD au format SAS qui peuvent s'insérer dans les baies de disques de serveur



Disques M.2 NVMe

- On trouve des cartes filles qui s'insèrent dans un slot PCI Express x16 et qui proposent plusieurs emplacements M.2 NVMe
- Ici, une carte avec 4 emplacements



Disques M.2 NVMe

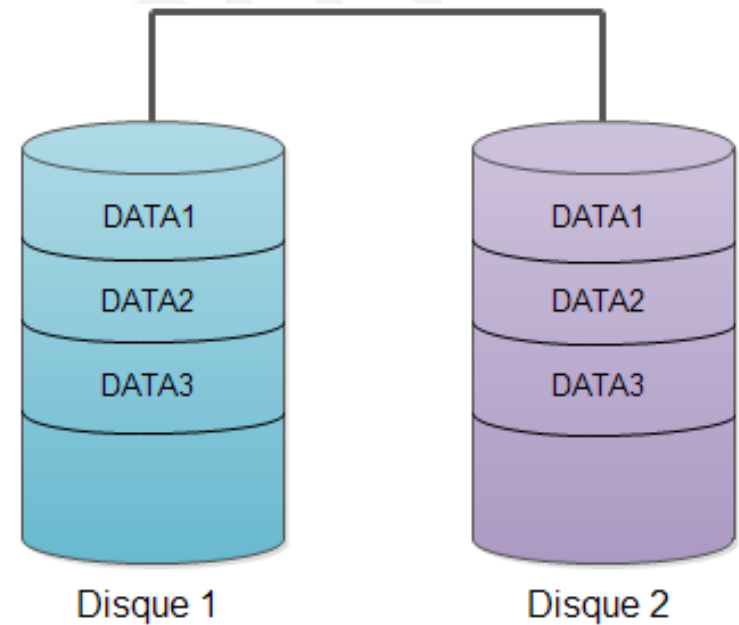
- Le disque NVMe n'est pas encore rependu dans le domaine des serveurs
- Le problème reste le nombre de cycles lecture/écriture qui est limité et l'absence de disques NVMe de qualité professionnelle

RAID (Redundant Array of Independent Disks)

- Le RAID permet de répartir les données sur un ensemble de disques dur afin de garantir une meilleure tolérance aux pannes
- Les deux niveaux les plus courants actuellement sont le RAID-1 et le RAID-5

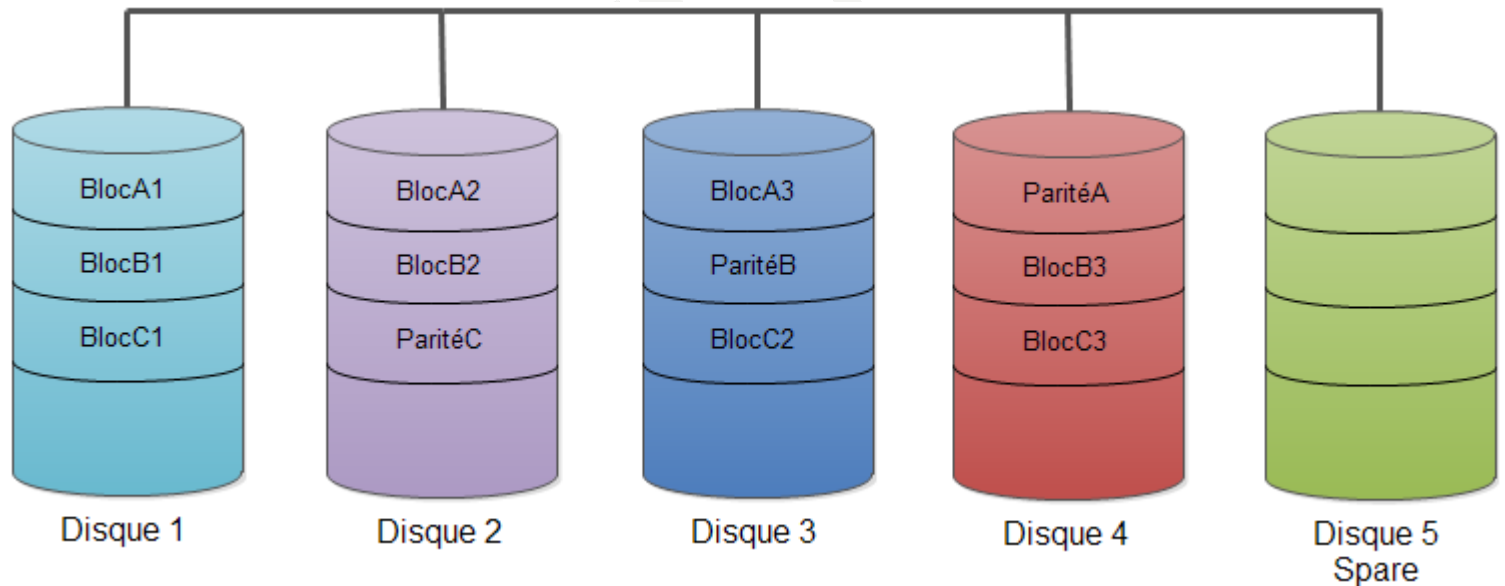
RAID-1: miroir

- Ce niveau de RAID recopie intégralement les données d'un disque sur un autre
- L'avantage, c'est que on a une copie exacte de chaque donnée en temps réel (si on efface une donnée sur un disque, elle est donc aussi effacée sur l'autre !)
- L'inconvénient, c'est qu'on utilise la moitié de l'espace de stockage
Exemple: si on a 6 disques de 1T, on aura une capacité de 3T ...



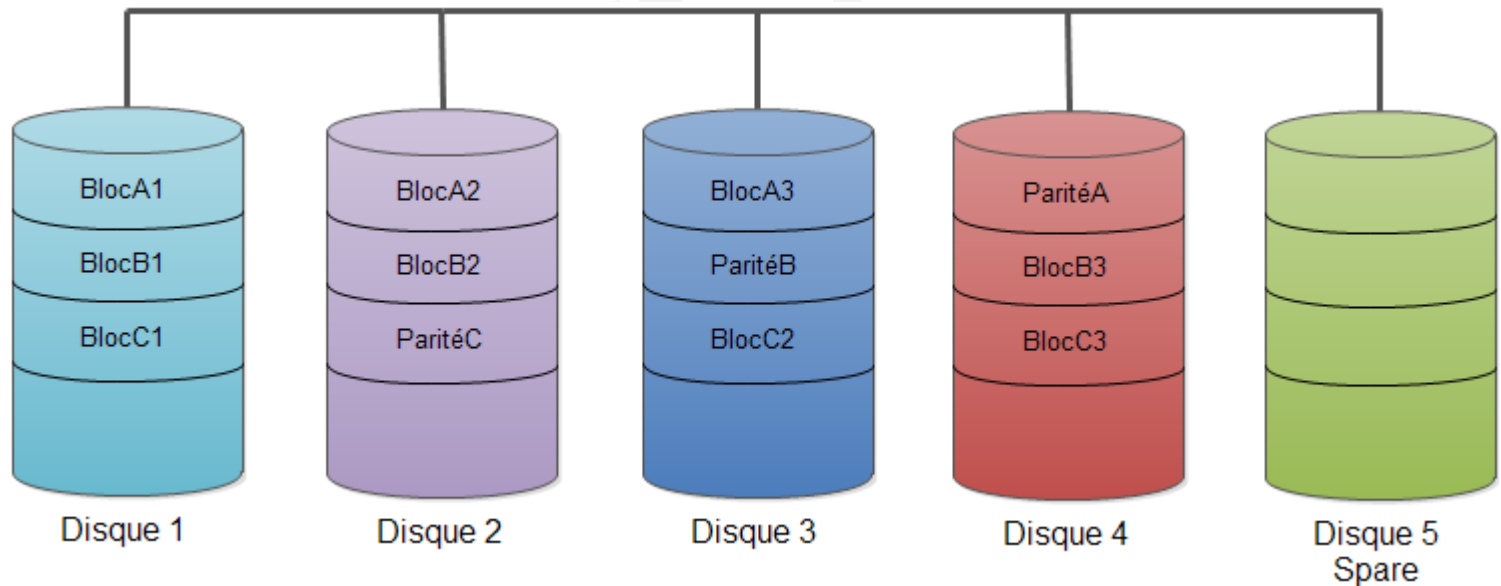
RAID-5: volume agrégé à parité répartie

- Ce niveau de RAID répartit les données sur des disques différents avec en plus une parité elle aussi répartie
- Si un disque est défectueux, le disque spare, s'il est présent, prend sa place et son contenu est calculé à partir des disques valides



RAID-5: volume agrégé à parité répartie

- Le disque défectueux est repérable par un voyant lumineux
- Si le disque spare n'est pas présent, le disque défectueux doit être remplacé pour retrouver les données complètes
- Ce niveau supporte un disque défectueux à la fois



Backup (Data Storage)

- Si, sur les ordinateurs personnels, il est important de faire un backup de ses données, au niveau de l'entreprise, c'est vital !
- On va donc mettre en place des solutions de backup professionnelles
- Le RAID ne rend pas le backup optionnel, car une panne peut arriver sur deux disques en même temps

Backup (Data Storage)

- On s'arrangera pour que toutes les données produites par l'entreprise se retrouvent sur le serveur, au moyen de répertoires distants sur le serveur par exemple, pour n'avoir à sauvegarder que les disques serveurs
- Ca permettra de n'avoir qu'un seul point de sauvegarde et de ne pas devoir s'occuper des postes de travail
- Si un poste est défectueux, on le remplace, sans devoir vérifier si des données sensibles sont présentes ou pas (cela nécessite rigueur et procédures, évidemment)

Backup sur bande

- La sauvegarde sur bande magnétique a longtemps été la méthode la plus utilisée
- Elle a été modernisée avec l'apparition de cassettes de bande magnétique numériques, les DLT auxquels ont succédé les LTO et T10K



Backup sur bande

- L'avantage de la bande magnétique, c'est que même si le système de lecture/écriture est endommagé, les données sont toujours intactes
- De plus, ça permet de sortir les données de la société et de les protéger ainsi d'un éventuel sinistre (incendie, inondation)



Backup sur disque dur

- La diminution des prix des disques durs de grande capacité et l'augmentation de la fiabilité a permis la mise au point de baies de stockage au format 19" utilisant une interface SCSI (avant) ou SAS (maintenant), Fibre Channel ou réseau (1Gb/s ou 10Gb/s) pour communiquer avec le serveur



Backup sur disque dur: Fibre Channel

- Fibre Channel est un protocole permettant une connexion haut débit
- Il permet de transporter plusieurs protocoles comme IP et SCSI
- C'est un protocole série qui peut fonctionner sur de la fibre optique, de la paire torsadée ou du coaxial

Backup sur disque dur: Fibre Channel

- Evolution du débit en Fibre Channel:

Génération	Débit (MB/s)	Disponibilité
FC 1Gb	125	1997
FC 2Gb	250	2001
FC 4Gb	500	2004
FC 8Gb	1 000	2005
FC 10Gb	1 250	2008
FC 16Gb	2 000	2011
FC 32Gb	4 000	2016 (prévision)
FC 128Gb	16 000	2016 (prévision)

Backup

- Il arrive qu'il faille sauvegarder les données de PC client
- On peut utiliser pour cela un NAS (Network Attached Storage) qui est un serveur de fichiers autonome accessible via le réseau
- Il reconnaît de multiples protocoles et la sauvegarde des données peut être automatisée



Backup

- On peut aller encore plus loin et sauvegarder ses données dans le cloud (nuage littéralement)
- Des solutions professionnelles avec chiffrement et grand espaces de stockage existent
- L'avantage, c'est qu'il n'y a pas d'infrastructure de backup à mettre en place
- L'inconvénient, c'est que l'on n'est plus maître de la solution de sauvegarde

Carte graphique

- Au niveau serveur, les performances graphiques ne sont pas une priorité
- Donc, on se contentera généralement de la carte graphique intégrée qui convient très bien

Ecran

- Dans une salle serveur, on utilisera un ensemble clavier/souris/écran rackable
- Pour un serveur autonome, un écran standard est bien suffisant, on n'est devant un serveur que pour des opérations de maintenance, ce n'est pas un poste de travail ...

Exemple de matériel serveur

- Nous allons maintenant faire notre marché et choisir du matériel serveur d'entreprise
- Ce ne sont que quelques exemples parmi tant d'autres pour avoir une idée du matériel et des prix
- Le matériel sera pris chez LDLC principalement, par facilité, dans les marques que le site propose mais il existe bien d'autres marques et magasins ...

Exemple d'infrastructure informatique

- Soit une PME ayant besoin d'un serveur pour créer un contrôleur de domaine qui servira aussi de serveurs de fichiers
- On veut aussi pouvoir faire un backup du serveur
- On veut un UPS pour un arrêt propre en cas de coupure de courant
- Ce matériel sera installé dans un rack 19" qui contiendra aussi le matériel réseau constitué d'un routeur, de trois switchs 24 ports managables et d'un firewall physique

Le rack

- Commençons par acheter le rack:
 - Rack 19" d'une capacité de 42U
 - Modèle: DN-19 42U-8/8-1
 - Marque: Digitus
 - Prix: +/- 807€ TVAC



Ventilation pour rack

- Le matériel installé dans le rack produisant beaucoup de chaleur, le minimum qu'on peut faire, c'est installer une ventilation sur le dessus du rack
- Si ce n'est pas suffisant, il faudra installer une climatisation
 - Modèle: DN-19 FAN-4-1000SW-N
 - Marque: DIGITUS
 - Prix: +/- 121€ TVAC



Le serveur

- Pour le serveur, on prendra:
 - Un serveur 2U HP DL380 Gen 11 équipé d'un Xeon Silver 4514Y, avec 32Gb de RDIMM 5, un contrôleur RAID et 8 baies pour disques SAS ou SATA, une carte réseau 10Gbits 2 ports
 - Prix: +/- 4420€ TVAC sans les disques dur



Les disques

- On prendra:
 - 8 disques SAS
 - Modèle: ThinkServer HDD 1,2To 2.5"
 - Marque: HP
 - Prix: +/- 274€ TVAC x 8



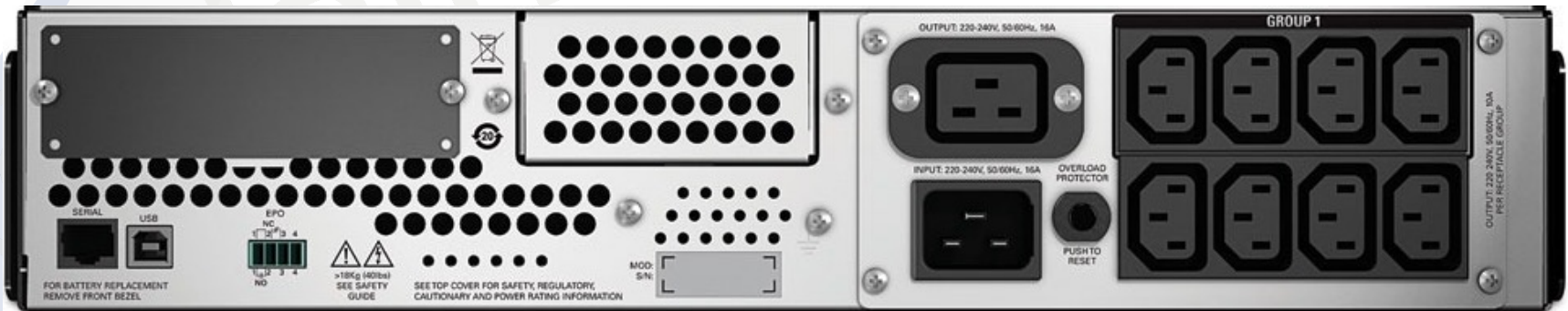
Systeme de backup

- On va prendre:
 - Une baie de stockage SAS avec 24 disques 2,5" de 1TB Hot Plug
 - Modèle: Powervault MD1220
 - Marque: Dell
 - Prix: +/- 16956€ TVAC



UPS

- Il faut se prémunir des surtensions et éteindre le système proprement en cas de coupure de courant, on utilise pour ça:
 - un UPS
 - Modèle: SMT2200RMI2U
 - Marque: APC
 - Prix: +/- 1311€



Total

- Sans compter le coût du matériel réseau et les coûts annexes comme les câbles ou l'insonorisation de la pièce, on arrive à un total de 25807€ TVAC ce qui donne un total de 20387,53€ HTVA les sociétés déduisant habituellement la TVA
- C'est cher évidemment, mais c'est du matériel professionnel et pour une entreprise, c'est un investissement

Annexe: matériel réseau

- On prendra un routeur à services intégrés:
 - Modèle: 1760
 - Marque: Cisco
 - Prix: +/- 763€ TVAC



Annexe: matériel réseau

- Trois switches 24 ports en gigabit:
 - Modèle: Catalyst C2960X-24TS-L
 - Marque: Cisco
 - Prix: +/- 1603€ TVAC x 3



Annexe: matériel réseau

- Et un firewall physique:
 - Modèle: ASA 5515-X
 - Marque: Cisco
 - Prix: +/- 3368€ TVAC

Annexe: matériel réseau

- Coût du matériel réseau (hors prix des modules complémentaires et câbles):
8940€ TVAC
ce qui donne 7388,43€ HTVA

Conclusion

- Nous avons ici parcouru brièvement le matériel qu'on rencontre couramment dans un serveur ainsi que quelques exemples de matériel
- Un informaticien industriel se doit de connaître ce matériel, courant dans le milieu industriel
- Merci pour votre attention