

Infogérance et virtualisation

Hassen CHEFFI

Institut Supérieur des Études Technologiques de SFAX

November 26, 2024

Les centres informatiques (data center)

Qu'est-ce qu'un data center ?

Un **data center** est un **espace physique** qui regroupe des **équipements informatiques** (serveurs, baies de stockage...) permettant le **stockage**, le **traitement** et la **protection de données**.

Data center en image (facebook)



Data center en image (google)



Data center en image (amazon)



À quoi sert un data center ?

Le data center sert à **organiser**, **stocker** et **traiter des données**. C'est une infrastructure complexe, composée de serveurs, de routeurs et d'espaces de stockage, mais aussi de systèmes de refroidissement et de câblages.

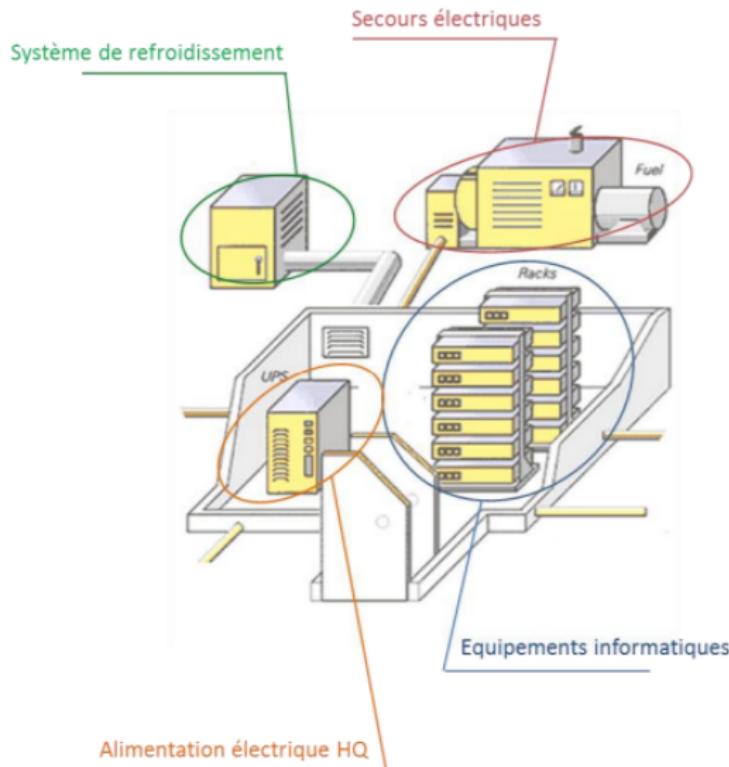
Les grandes entreprises et les institutions qui ont les moyens possèdent souvent leurs propres data centers privés : c'est évidemment un choix coûteux, qui nécessite des compétences en interne, ainsi que l'intervention d'une société informatique qui en assure la maintenance et la sécurité.

Composition d'un data center

Un data center est destinée à l'hébergement d'une concentration importante d'équipements informatiques. Il est composé :

- ▶ De salles sécurisées pour accueillir les équipements informatiques
 - ▶ les baies, armoires de raccordement pour les serveurs,
 - ▶ les serveurs applicatifs, sur lesquels sont exécutés les logiciels
 - ▶ les serveurs de données, qui assurent le stockage des données
 - ▶ d'équipements réseau interconnectant les serveurs.
- ▶ l'accès au réseau à Très Haut Débit
- ▶ d'infrastructures techniques assurant la continuité de l'alimentation électrique du refroidissement des serveurs
- ▶ équipements de sécurité (caméra de surveillance, contrôle d'accès biométrique ...)

Composition d'un data center



Classification des centres données

- ▶ La majorité des data centers fonctionne 24h/24, et doit apporter à l'utilisateur des garanties en termes de sécurité et de performance.
- ▶ Un consortium d'entreprise nommé Uptime Institute a développé un système de classification par niveaux, largement partagé dans le milieu des data centers, appelé Tier
- ▶ Le Tier représente globalement le niveau d'assurance de sécurité de l'information. Plus le Tiers est élevé, plus l'information est sécurisée.

Classification des centres données

- ▶ TIER 1 : le data center dispose d'équipements non redondés et de réseaux d'approvisionnement uniques. Les équipements incluent des onduleurs, un système de climatisation et un générateur de secours couvrant les éventuelles interruptions. Les systèmes doivent être arrêtés lors des opérations de maintenance. Le taux de disponibilité moyen est de 99,67 % (ce qui représente 28h d'arrêt cumulé annuel).
- ▶ TIER 2 : Les équipements critiques sont redondés afin de réduire les interruptions de service. Une seule voie d'alimentation fournit l'électricité au data center. Le taux de disponibilité monte ainsi à 99,75 % (environ 22 h d'arrêt cumulé par an).

Classification des centres données

- ▶ TIER 3 : Tous les équipements du data center sont redondés pour éviter tout arrêt de fonctionnement durant les opérations de maintenance. On parle alors de data center maintenable sans coupure. Contrairement aux précédents niveaux, un réseau de secours est mis en place pour l'approvisionnement électrique, le refroidissement et les communications. Le taux de disponibilité est de 99,98 % (moins de 2 heures d'arrêt cumulé annuel).
- ▶ TIER 4 : Niveau correspondant à un data center résilient (ou tolérant) à la panne. L'infrastructure est intégralement redondée (réseaux d'approvisionnement doublés et actifs en permanence). Le taux de disponibilité est de plus de 99,99 % (moins de 24 minutes d'arrêt cumulé annuel).

Haute Disponibilité dans les data centers

Définition :

La haute disponibilité fait référence à la capacité d'un système à rester opérationnel et accessible pendant un maximum de temps, minimisant ainsi les temps d'arrêt.

Importance :

- ▶ Critique pour les opérations d'entreprise : Les entreprises dépendent fortement de la disponibilité de leurs services informatiques.
- ▶ Impact sur la satisfaction client : La continuité des services est essentielle pour maintenir la confiance et la satisfaction des clients.
- ▶ Réduction des pertes financières : Les temps d'arrêt peuvent entraîner des pertes financières importantes.

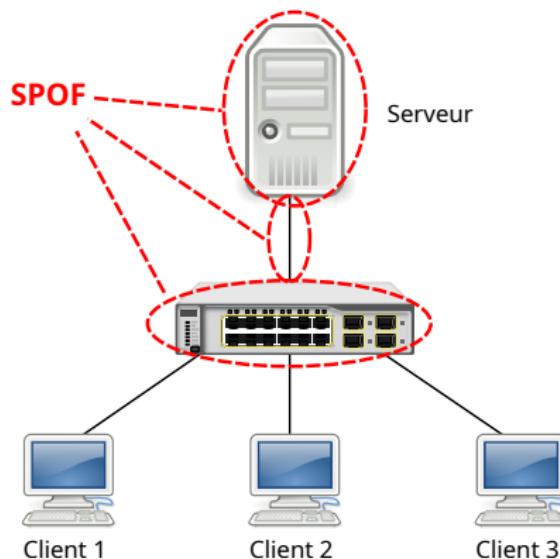
Haute Disponibilité dans les data centers

Single Point Of Failure ou point unique de défaillance:

Un SPOF, ou "Single Point of Failure", est un terme utilisé en ingénierie et en informatique pour désigner un élément d'un système dont la défaillance peut entraîner l'arrêt complet du système.

La réduction des SPOF est essentielle pour améliorer la fiabilité, la résilience et la haute disponibilité des systèmes informatiques et des infrastructures de data centers.

Haute Disponibilité dans les data centers



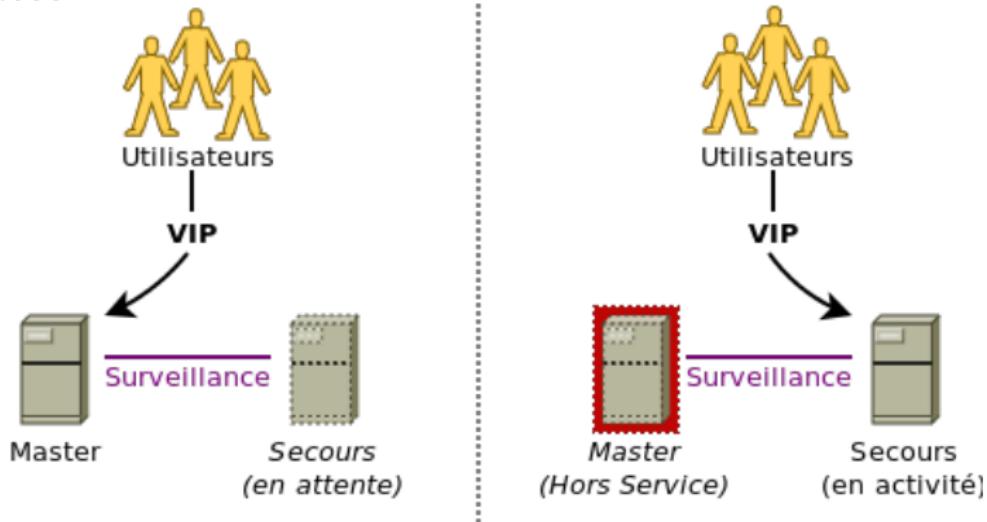
Comment assurer la haute disponibilité

Pour assurer correctement la haute disponibilité d'une infrastructure informatique, il existe des procédures à mettre en place.

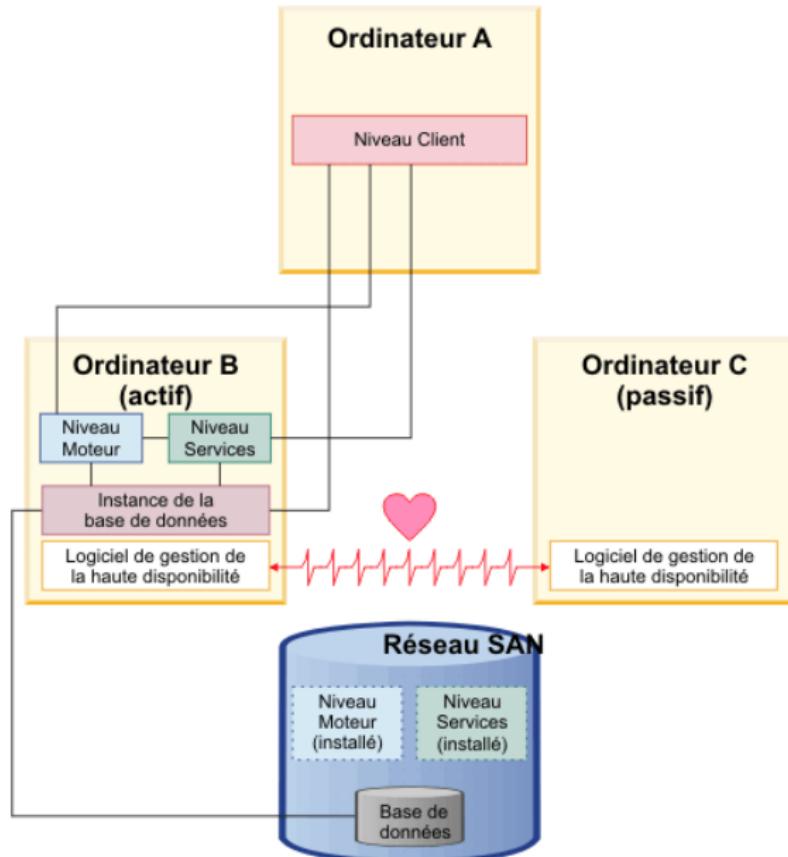
- ▶ HA en mode Actif / Passif (Cluster à basculement)
- ▶ HA en mode Répartition de Charge (Cluster NLB)

Haute disponibilité en mode Actif / Passif

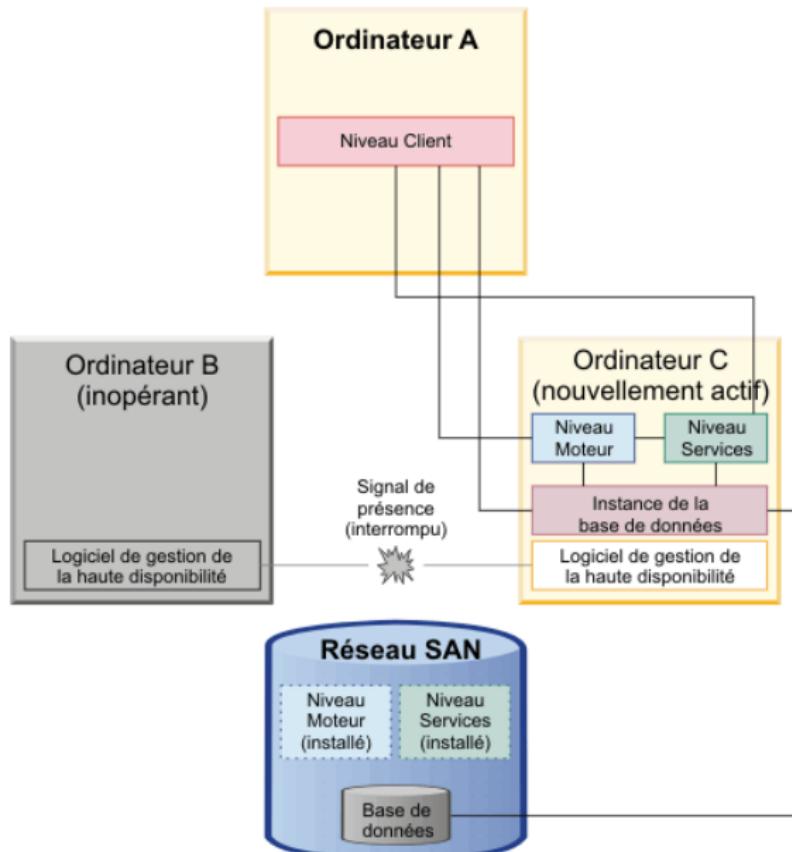
Le **FailOver** (ou tolérance aux pannes) consiste à rediriger les requêtes vers un **serveur de secours** lorsque le serveur principal ne fonctionne pas. Cela permet aux administrateurs de système de chercher et de corriger la panne. Le but de ce dispositif est de pouvoir délivrer un service en continu sans que l'utilisateur en soit lésé.



Haute disponibilité en mode Actif / Passif



Haute disponibilité en mode Actif / Passif



Mode Actif / Passif: Avantages et inconvénients

Avantages:

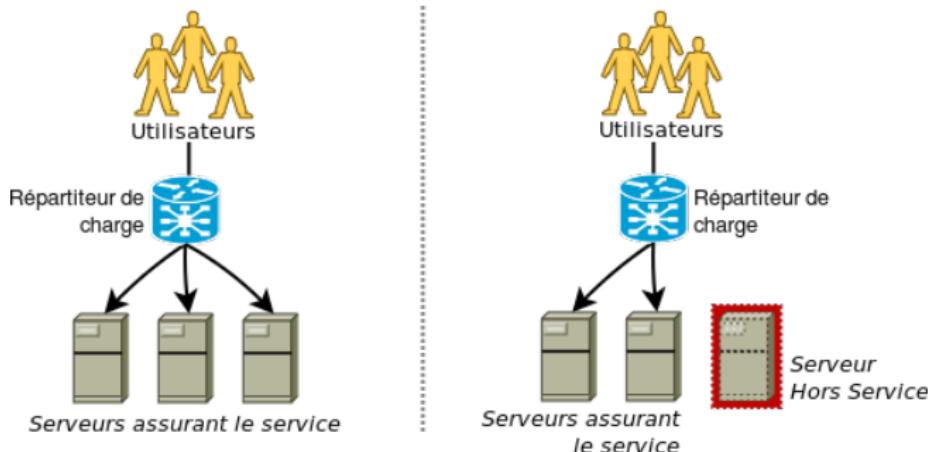
- ▶ La complexité est assez faible

Inconvénients:

- ▶ La topologie est difficile à faire évoluer, car ajouter des nœuds n'augmente ni les performances ni la capacité de traitement.
- ▶ En cas de défaillance d'un nœud, l'interruption de service peut durer jusqu'à 10 minutes.
- ▶ Une défaillance logicielle peut ne pas entraîner de basculement.

Haute disponibilité en mode Actif / Actif

Ce type d'architecture permet de **répartir les flux entrants** sur plusieurs équipements et permet de **limiter une surcharge** ou **un dysfonctionnement lors d'un pic de trafic** ou de **connexions simultanées d'utilisateurs**. Les **requêtes** sont ainsi **redistribuées** de façon intelligente vers les équipements (serveurs) les **moins chargés**.



Mode Actif / Actif: Avantages et inconvénients

Avantages:

- ▶ La défaillance d'un nœud du cluster n'entraîne pas d'interruption du service.
- ▶ La topologie est très évolutive. Vous pouvez ajouter des nœuds au cluster pour améliorer les performances et la capacité de traitement du serveur d'applications.
- ▶ Peut absorber une charge passagère exceptionnelle due à une activité inhabituelle.

Inconvénients:

- ▶ La topologie est très complexe.
- ▶ La topologie présente un coût élevé.

Sécurisation des sauvegardes

- ▶ Effectuer des **sauvegardes régulières** pour limiter l'impact d'une disparition non désirée de données.
- ▶ Des copies de sauvegarde doivent être réalisées et **testées** régulièrement. Un plan de continuité ou de reprise d'activité anticipant les éventuels incidents (ex : panne matérielle) doit être préparé.

Sécurisation des sauvegardes

Les différents types de sauvegarde:

- ▶ La sauvegarde **complète** ou totale
- ▶ La sauvegarde **incrémentale**
- ▶ La sauvegarde **différentielle**

La sauvegarde complète ou totale

- ▶ Avec une sauvegarde complète, chaque fois qu'un système est sauvegardé, **tous les fichiers et dossiers du système sont copiés**. Votre système de sauvegarde stocke une copie complète supplémentaire de la source de données lors de chaque sauvegarde programmée.
- ▶ Bien que le temps de sauvegarde soit **plus lent** et que la sauvegarde nécessite **plus d'espace de stockage**, l'avantage de la sauvegarde complète des fichiers est que les opérations de **restauration sont plus rapides et plus simples**.

La sauvegarde incrémentale

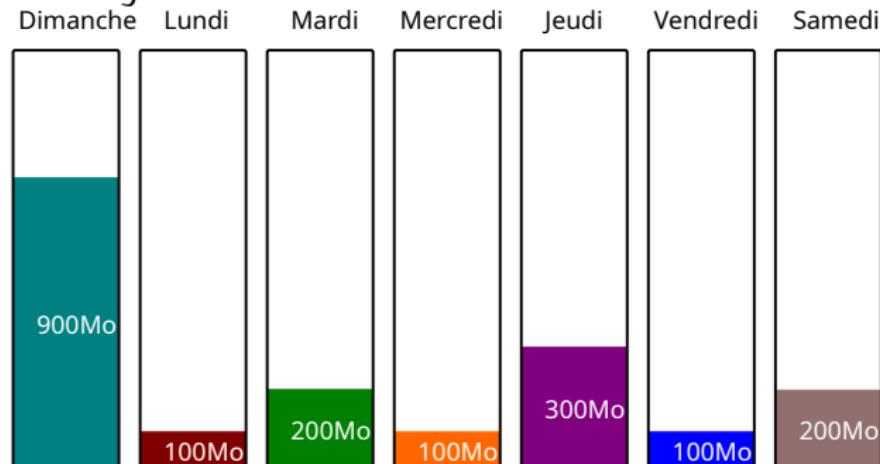
- ▶ Pour une sauvegarde incrémentale, la sauvegarde initiale est complète et chaque sauvegarde suivante stocke les **modifications apportées depuis la dernière sauvegarde**.
- ▶ La sauvegarde incrémentielle est **plus longue à restaurer**, mais **plus rapide à sauvegarder**, à la différence de la sauvegarde complète. C'est la méthode qui **nécessite le moins de quantité de stockage**. Ceci est généralement la méthode utilisée par les système de sauvegarde en ligne.

La sauvegarde différentielle

- ▶ Comme la méthode incrémentale, avec une sauvegarde différentielle, la première sauvegarde est complète. Mais par la suite, le système sauvegarde tous les **changements depuis la dernière sauvegarde complète**.
- ▶ Ce type de sauvegarde **nécessite plus d'espace de stockage que l'incrémentale**, mais permet également un temps de restauration rapide.

Type de sauvegarde

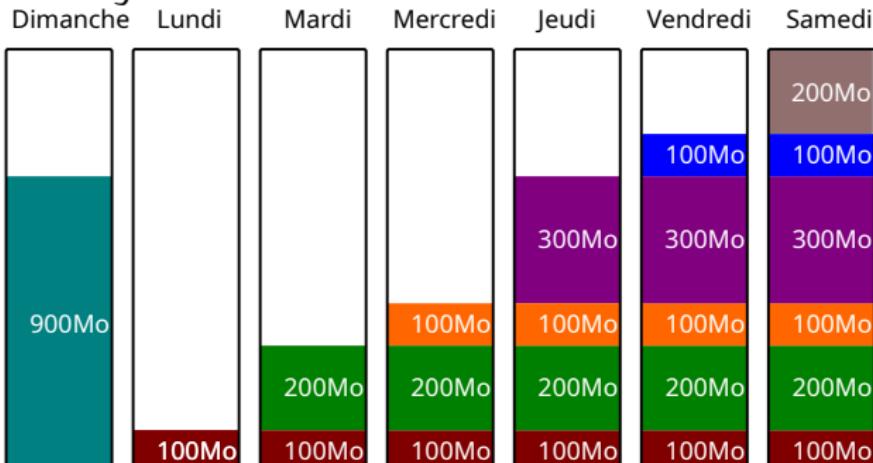
Sauvegarde incrémentielle



Taille des 7 sauvegardes 1.9Go

Type de sauvegarde

Sauvegarde différentielle



Taille des 7 sauvegardes 4.2Go

Type de sauvegarde

	Sauvegarde complète	Sauvegarde incrémentale	Sauvegarde différentielle
Vitesse de sauvegarde	Lente	Rapide	Moyenne
Volume de sauvegarde	Maximum	Faible	Important
Vitesse de restauration	Rapide	Lente	Moyenne

Sécurisation des sauvegardes

Les précautions élémentaires:

- ▶ Effectuer des sauvegardes fréquentes des données, que celles-ci soient sous forme papier ou électronique. Il peut être opportun de prévoir des sauvegardes incrémentales quotidiennes et des sauvegardes complètes à intervalles réguliers.
- ▶ Stocker les sauvegardes sur un **site extérieur**, si possible dans des coffres ignifugés et étanches.
- ▶ **Protéger** les données sauvegardées au même niveau de sécurité que celles stockées sur les serveurs d'exploitation (par exemple en chiffrant les sauvegardes, en prévoyant un stockage dans un lieu sécurisé, en encadrant contractuellement une prestation d'externalisation des sauvegardes).
- ▶ **Tester** régulièrement la restauration des sauvegardes et l'application du plan de continuité ou de reprise de l'activité.

Techniques améliorant la disponibilité

De nombreuses techniques sont utilisées pour améliorer la disponibilité :

- ▶ La **redondance** des matériels et la mise en cluster
- ▶ La **sécurisation** des données : RAID, snapshots, DRBD...
- ▶ La possibilité de reconfigurer le serveur « à chaud »
(c'est-à-dire lorsque celui-ci fonctionne)
- ▶ Mode dégradé ou un mode panique
- ▶ Plan de reprise d'activité (PRA)

Amélioration de la disponibilité

- ▶ La **redondance** d'un élément est généralement effectuée en choisissant de redonner avec plusieurs composants identiques. Ceci suppose, pour être efficace, qu'une défaillance d'un des composants est aléatoire et indépendante d'une défaillance d'un des autres composants. C'est par exemple le cas des pannes matérielles.
- ▶ Ce n'est pas le cas de toutes les défaillances : par exemple, une faille du système d'exploitation ou une anomalie d'un composant logiciel peuvent survenir, quand les conditions sont favorables, sur l'ensemble des composants à la fois.
- ▶ Pour cette raison, quand l'application est extrêmement sensible, on considérera de redonner les éléments avec des composants de natures **differentes** mais assurant les mêmes fonctions. On parle de **redondance différentielle**

Les disques RAID

- ▶ Redundant Array of Independent Disks
- ▶ Le RAID est un ensemble de techniques de **virtualisation du stockage** permettant de répartir des données sur plusieurs disques durs afin d'améliorer soit les performances (Lecture/Écriture), soit la **sécurité** ou **la tolérance aux pannes** de l'ensemble du ou des systèmes.

Quelques niveaux de RAID: Le RAID 0

Le RAID 0

Également connu sous le nom d' entrelacement de disques ou de volume agrégé par bandes (striping en anglais), est une configuration RAID permettant d'augmenter significativement les performances de la grappe en faisant travailler n disques durs en parallèle.

Capacité

La capacité totale est égale à celle du plus petit élément de la grappe multiplié par le nombre d'éléments présent dans la grappe.

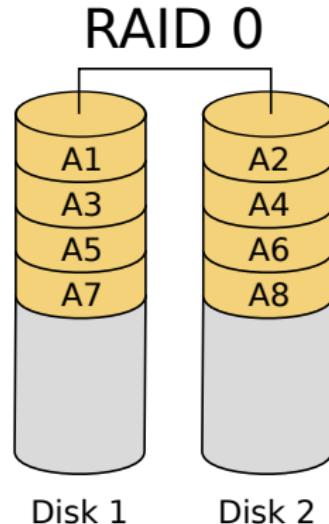
Avantages

Très bonne performance en **lecture et écriture**

Inconvénients

Le défaut de cette solution est que la perte d'un seul disque entraîne la perte de toutes ses données.

Quelques niveaux de RAID: Le RAID 0



Quelques niveaux de RAID: Le RAID 1

Le RAID 1

Consiste en l'utilisation de n disques redondants, chaque disque de la grappe contenant à tout moment exactement les mêmes données, d'où l'utilisation du mot miroir (mirroring en anglais).

Capacité

La capacité totale est égale à celle du plus petit élément de la grappe. L'espace excédentaire des autres éléments de la grappe restera inutilisé. Il est donc conseillé d'utiliser des éléments identiques.

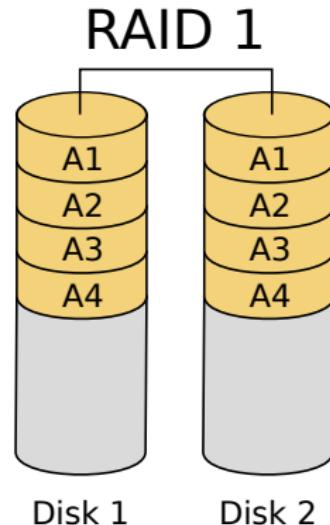
Avantages

Cette solution offre un excellent niveau de protection des données. Elle accepte une défaillance de **n-1 éléments**.

Inconvénients

L'espace disque doit être **doublé**. Seulement 50 % du volume total peut être utilisé. Pas de gain en performance **d'écriture**.

Quelques niveaux de RAID: Le RAID 1



Quelques niveaux de RAID: Le RAID 5

Le RAID 5

Le RAID 5 combine la méthode du volume agrégé par bandes (striping) à une parité répartie. Il s'agit là d'un ensemble à redondance N+1. La parité, qui est incluse avec chaque écriture se retrouve répartie circulairement sur les différents disques. Le RAID 5 ne supporte la perte que d'un seul disque à la fois

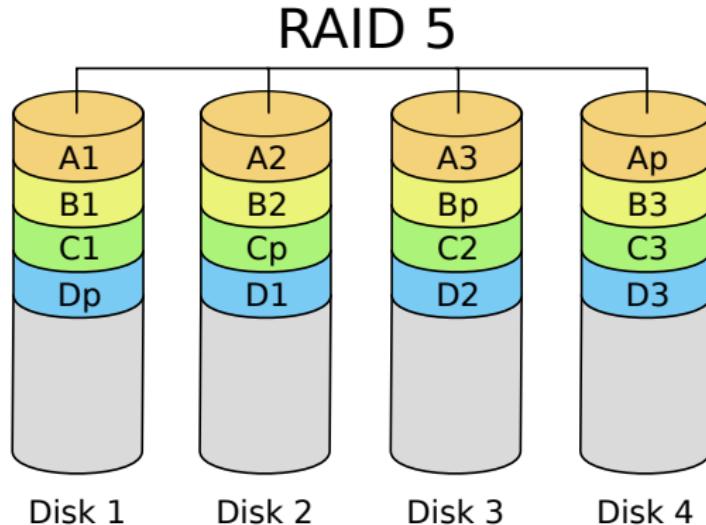
Avantages

Performances **en lecture** aussi élevées qu'en RAID 0 et **sécurité accrue**.

Inconvénients

Pénalité en écriture du fait du calcul de la parité. Minimum de 3 disques ce qui a un impact sur le coût de l'investissement et le coût d'utilisation (énergie). La reconstitution des données est lente en cas de perte d'un disque dur

Quelques niveaux de RAID: Le RAID 5



Comparaison des niveaux de RAID

Fonctionnalités	RAID 0	RAID 1	RAID 5
Nb minimum de disque	2	2	3
Performances en lecture	Élevées	Modérées	Bonnes
Performance en écriture	Élevées	Faibles	Modérées
Utilisation de la capacité	Bon	Mauvais	Moyen
Performance de reconstitution	-	Rapide	Lent

Quelques niveaux de RAID: Exercice

Quelle est la capacité exploitable des configurations RAID suivante:

- ▶ 3 disques de capacité respective 2TB, 1TB, 500GB configurés en RAID 0
- ▶ 3 disques de capacité respective 2TB, 1TB, 500GB configurés en RAID 1
- ▶ 3 disques de capacité respective 2TB, 1TB, 500GB configurés en RAID 5

Sécurité des centres données

- ▶ Physique
 - ▶ Accès contrôlés et limités au centre de données et dans les zones à l'intérieur du centre
 - ▶ Caméras, clôtures/barrières, etc.
 - ▶ Biométrie, empreinte digitale, carte d'accès et autres
- ▶ Logique
 - ▶ Garde-Barrière (Firewall)
 - ▶ Anti-virus
 - ▶ SIEM (Gestion de l'Information et des événements de sécurité)
 - ▶ Authentification des usagers
 - ▶ Encryption des données
 - ▶ Anti-DDoS
 - ▶ ...