

RAID

Redundant Array of Independant Disks -
Matrice/grappe redondant de disques indépendants

RAID : typologie, technologies et
techniques associées

BTS SIO2 – Bloc n°2 : Administration
des systèmes

Sommaire

- I. RAID : Définition
- II. RAID : Double objectif
- III. RAID : Présentation du concept
- IV. RAID : Critères de choix du niveau
- V. RAID 0 : Stripping
- VI. RAID 1 : Mirroring
- VII. RAID 2
- VIII. RAID 3
- IX. RAID 4
- X. RAID 5
- XI. Les autres: RAID 6 et 7
- XII. Les combinaisons des systèmes RAID
- XIII. Les technologies associées aux dispositifs RAID

RAID : Une définition

- Le RAID est une technique qui consiste à utiliser plusieurs disques durs simultanément en les faisant apparaître comme un seul lecteur.
- En cas de défaillance d'un disque, les versions de RAID autres que le RAID 0, permettent de reconstruire les données perdues à partir des autres unités de la grappe.
- L'implantation de cette technologie peut être :
 - de nature matérielle, logicielle
 - ou passer par une combinaison des deux.
- Les solutions proposées peuvent être regroupées en 8 grandes familles, du Raid 0 au RAID 7.

RAID : Un double objectif

- Le but du RAID est :
 1. **d'accroître la vitesse des accès** en traitant plus de données en parallèle,
 2. et/ou **de sécuriser les données des disques** par l'ajout d'informations redondantes.

RAID : La présentation du concept

- Le concept du RAID fut lancé en 1987 à l'université de Berkeley par un article qui décrivait six manières différentes de regrouper des disques.
- Ces configurations ont été numérotées de 0 à 5. On les désigne par des "**niveaux RAID**" ou "**RAID levels**" :
 - RAID 0 à RAID 5.
 - D'autres architectures RAID sont apparues par la suite (6 et 7)
 - et des constructeurs proposent des RAID à plusieurs niveaux : 0+1, 1+0 ou 5+0 par exemple.

RAID : Les critères de choix du niveau

- Pour choisir le niveau RAID le mieux adapté à vos besoins, il faut prendre en compte les facteurs ci-dessous :
 - **Coût du stockage sur disques ;**
 - **Niveau de protection ou de disponibilité des données requis** (bas, moyen, élevé) ;
 - **Niveau de performances requis** (bas, moyen, élevé)

RAID : Les critères de choix du niveau

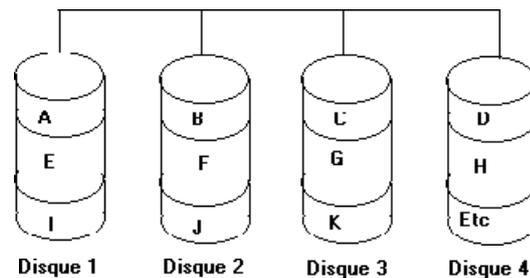
- Il existe un rapport de compromis entre chacun de ces facteurs :
 - Le facteur **coût** se ramène à un compromis entre la **capacité des disques** et **l'optimisation de la disponibilité des données** ou **des performances**.
 - Par exemple, le nombre limité de disques de RAID 6 peuvent s'avérer coûteux en termes d'espace disque perdu (50 %), mais performants en termes de disponibilité des données.
 - Le niveau de performances dépend aussi du **mode d'accès** (aléatoire/séquentiel, écriture/lecture, long/court) et du **nombre d'utilisateurs**.

DESCRIPTION DES NIVEAUX DE RAID: AVANTAGES ET LIMITES

RAID 0 : Striping

- RAID 0 : permet de bénéficier de toute la capacité des disques.

Signal de départ A B C D E F G H I J ...



RAID 0

RAID 0 : Striping

- Cette technique implique un minimum de deux disques.
- Au lieu de parler de RAID on devrait ici parler de "AID" **puisque ici on n'ajoute pas de redondance pour être plus fiable.**
- Les données sont découpées en bandes (en anglais : **strips**) constituées d'un *nombre fixe de secteurs*.
- Ces bandes sont ensuite réparties entre les disques de manière à partager le travail lors d'accès à des données volumineuses.
- Une *requête d'entrée-sortie* qui concerne plusieurs bandes consécutives sollicite donc plusieurs disques simultanément.
- Chacun peut répondre plus vite puisqu'il aura moins d'effort à fournir.

Disque 1	Disque 2	Disque 3	Disque 4
Bande 1	Bande 2	Bande 3	Bande 4
Bande 5	Bande 6	Bande 7	Bande 8

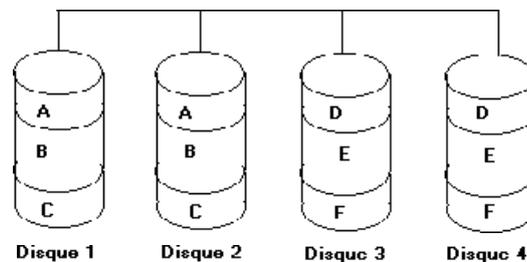
RAID 0 : Striping

- **Avantages :**
 - augmente la vitesse de leurs transferts (taux de transfert) et la capacité utilisable de RAID 0 est de 100 %, puisque tous les disques disponibles sont utilisés.
- **Inconvénients :**
 - Ne garantit pas la sécurité des données.
 - Si un disque tombe en panne, la totalité des données est perdue.
 - Il y a aucune tolérance aux pannes.
- **Par exemple :** Nous avons 3 disques durs de 100 Go chacun, et nous souhaitons copier un fichier de 300 Mo. Le RAID 0 va copier 100 Mo sur chaque disque. La vitesse de transfert est de 50 Mo/sec :
 - **Indiquer la capacité totale du volume de stockage.**
 - **Indiquer la durée de transfert théorique.**

RAID 1 : Mirroring

- RAID 1 : Le principe du **mirroring** consiste à dupliquer les données sur deux disques (ou plus mais toujours un nombre pair).

Signal de départ A B C D E F G H I J ...



RAID 1

RAID 1 : Mirroring

- RAID 1 : Le mirroring repose sur le fait que si un disque tombe en panne, l'autre disque contenant la copie de ses données prend alors le relais.
 - Ce remplacement peut en plus se faire sans éteindre l'ordinateur, option avantageuse pour les serveurs qui ne peuvent pas être arrêtés → **Hot spare**

Disque 1	Disque 2
<i>Bande 1</i>	<i>Bande 1</i>
<i>Bande 2</i>	<i>Bande 2</i>
<i>Bande 3</i>	<i>Bande 3</i>

RAID 1 : Mirroring

- **Avantages :**
 - Haut niveau de tolérance de pannes puisque ce système assure la continuité du service.
 - Ce système offre également le plus haut niveau de disponibilité des données.
- **Inconvénients :**
 - Les performances en vitesse sont fort semblables à celle d'un disque unique.
 - Lors des requêtes d'écriture, c'est du disque le plus lent que va dépendre la durée de l'opération.
 - Pour les lectures, il est possible de répartir les requêtes de sorte à partager le travail et à améliorer ainsi la bande passante.
 - L'autre mauvais point est que l'on perd 50% de la capacité totale des disques durs.
- **Par exemple :** Nous avons 2 disques durs de 100 Go chacun, et nous souhaitons copier un fichier de 300 Mo :
 - **Indiquer la quantité de données stockée sur chaque disque.**
 - **Indiquer la capacité totale du volume de stockage.**

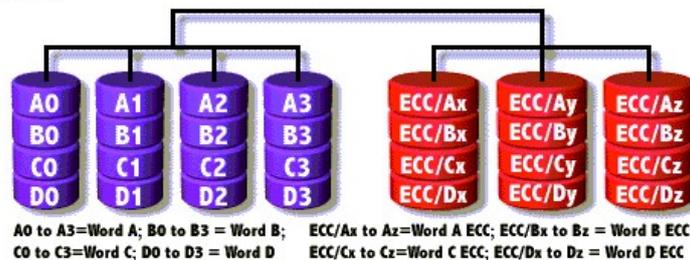
RAID 2

- **RAID 2** repose sur une grappe avec plusieurs disques de parité et une synchronisation des accès.
- Cette technologie est peu utilisée de par sa complexité et le surcoût qu'elle entraîne.
- Il est identique au RAID 0 avec un contrôle des données intégré.
- On utilise généralement 3 disques de contrôle pour 4 disques de données.

RAID 2

- Cette technologie n'a pas été commercialisée de manière industrielle.
- Le RAID 2 subdivise les données en mots de quelques bits ou octets .
- Ces mots de données seront dispersés sur les disques en ajoutant des codes de contrôle et de correction d'erreurs.

RAID 2



RAID 2

- Par exemple : Quatre disques qui se partagent des mots de 4 bits.
Les concepteurs du RAID 2 envisageaient de placer 3 disques supplémentaires afin d'y enregistrer 3 bits de contrôle calculés de sorte à pouvoir corriger une erreur qui viendrait se glisser dans l'un de ces 7 disques. (Code de Hamming).

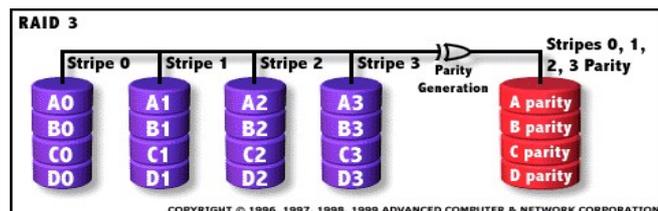
Disque 1	Disque 2	Disque 3	Disque 4	Disque 5	Disque 6	Disque 7
A0	A1	A2	A3	ECC/Ax	ECC/Ay	ECC/Az
B0	B1	B2	B3	ECC/Bx	ECC/By	ECC/Bz
C0	C1	C2	C3	ECC/Cx	ECC/Cy	ECC/Cz
D0	D1	D2	D3	ECC/Dx	ECC/Dy	ECC/Dz

$X_0, X_1, X_2, X_3 = 1$ mot

- $ECC/X_N =$ parité ECC du mot

RAID 3

- Le **RAID 3** est basé sur des grappes de disques identiques avec une unité de stockage réservée au stockage du bit de parité.
- Si le disque de parité tombe en panne, on se retrouve en RAID 0.
- La sécurité des données est peu implantée. Attention, le disque de parité est 2 fois plus utilisé que les autres disques.



RAID 3

- Le RAID 3 tout comme le RAID 2 égrène les données en mots au lieu de les partager en bandes de un ou plusieurs secteurs.
- La méthode de contrôle et correction consiste à utiliser un disque redondant en tant que disque de parité. Les accès se font en parallèle.
- Par exemple : 3 disques pour stocker 48 bits de données organisées en mots de 16 bits.
 - Les 16 bits (1 mot) sont partagés en 2 octets.
 - Chaque octet est dirigé vers un disque différent, un 3^{ème} octet, calculé à partir des 2 premiers, est copié sur le 3^{ème} disque.

Disque 1	Disque 2	Disque 3
Octet 1	Octet 2	Parité 1+2
Octet 3	Octet 4	Parité 3+4
Octet 5	Octet 6	Parité 5+6

RAID 3

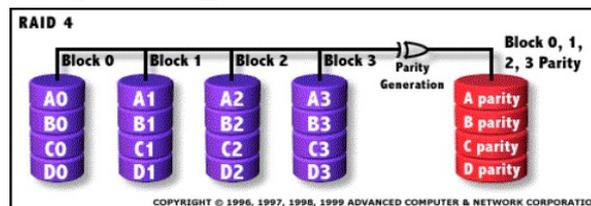
- Ce calcul, un « OU exclusif » ou encore l'équivalent, qui détermine le bit de parité, permet de retrouver n'importe quel octet à partir des deux autres.
- A la lecture, le contrôleur RAID vérifie chaque combinaison des 3 octets avant de restaurer les 16 bits initiaux.
- Avantages :
 - la moindre défaillance d'un disque est vite détectée et corrigée.
 - les têtes de lecture/écriture des disques sont synchronisées en permanence.
 - le système est à la fois rapide et tolérant aux pannes. Il est surtout efficace pour les gros volumes de données.
- Inconvénients :
 - Si un des disques tombe en panne, les données peuvent être reconstituées à partir des disques restés intacts.
 - Si par contre, plusieurs disques tombent en panne, il devient alors impossible de restituer les données.

RAID 4

- Le **RAID 4** ressemble au RAID 3 mais sans forcer les disques à travailler de façon synchrone.
- Au lieu de subdiviser chaque mot en fragments envoyés simultanément vers chaque disque, il travaille comme le RAID 0 ou le RAID 1, avec des bandes.
- Dans le RAID 4, les N premiers disques reçoivent N bandes, le disque redondant reçoit un bloc de données calculé par un OU-exclusif à partir des N bandes précédentes.
- 3 disques durs minimum suffisent.

RAID 4

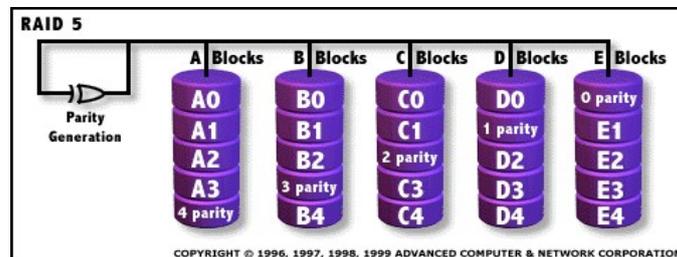
- En **écriture**, les données sont décomposées en blocs de petite taille et réparties sur les différents disques composant le RAID 4.
- Simultanément, le contrôle de parité s'inscrit sur le disque dédié à cet effet.



Disque 1	Disque 2	Disque 3
Bloc 1	Bloc 2	Parité 1+2
Bloc 3	Bloc 4	Parité 3+4
Bloc 5	Bloc 6	Parité 5+6

RAID 5

- Le RAID 5 ressemble au RAID 3 mais fonctionne avec des blocs comme le RAID 4.
- On écrit secteur par secteur sauf que là on n'a plus de disque dédié à la correction d'erreur, chaque disque contient des données et des parités.
- Au minimum 3 disques durs sont requis, 5 sont recommandés.



RAID 5

- Les disques travaillent tous autant. Lors d'un échange à chaud (**hot plug**) d'un disque dur, les données sont recréées à partir des autres disques durs.

Disque 1	Disque 2	Disque 3	Disque 4	Disque 5
Bloc 1	Bloc 2	Bloc 3	Bloc 4	Parité $1+2+3+4$
Bloc 5	Bloc 6	Bloc 7	Parité $5+6+7+8$	Bloc 8
Bloc 9	Bloc 10	Parité $9+10+11+12$	Bloc 11	Bloc 12
Bloc 13	Parité $13+14+15+16$	Bloc 14	Bloc 15	Bloc 16
Parité $17+18+19+20$	Bloc 17	Bloc 18	Bloc 19	Bloc 20

RAID 5

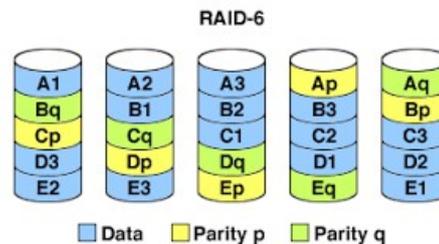
- **Avantages :**
 - Une amélioration en lecture et écriture puisqu'on intervient sur plusieurs disques en même temps au lieu de n'utiliser d'un seul disque de parité en RAID 4.
 - Si un disque dur tombe en panne, on le change et les données du disque de remplacement se régénèrent grâce aux autres disques.
 - Bonne tolérance aux erreurs
 - Hot-spare, Hot-plug
- **Inconvénients :**
 - Au niveau du stockage, on perd l'équivalent d'un disque dur.
 - Remise en état assez lente

Les autres : RAID 6 et 7

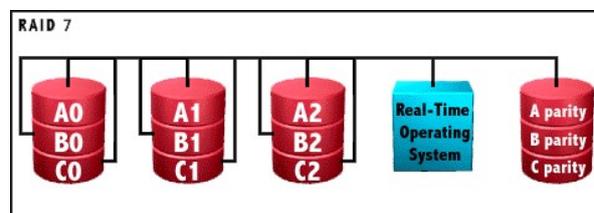
- D'autres systèmes RAID sont proposés. **Ce ne sont que des RAID 5 évolués.**
- Ces modes restent rares du fait d'une architecture complexe et un coût élevé.
- **RAID 6** utilise une double parité. Ce système permet de travailler avec 2 disques durs défectueux, avec forcément une perte de performances.
- **RAID 7** met en jeu plusieurs disques de données couplés avec 1 ou plusieurs disques de parité. le contrôle des données et de la mémoire cache et le calcul de la parité se fait par un microcontrôleur. Ceci donne des performances jusqu'à 50 % plus rapides que dans les autres modes RAID.
- *Remarque : Cette solution est une marque déposée de Storage Computer Corporation.*

LES AUTRES : RAID 6 et 7

- **RAID 6**



- **RAID 7**



Les combinaisons des systèmes RAID

- Certains constructeurs proposent des systèmes RAID à deux niveaux qui combinent RAID 0, RAID 1, RAID 5 et RAID 6.
- **Par exemple :** RAID 10 ou RAID 1 + 0 pour assurer simultanément la sécurité du RAID 1 et la vitesse du RAID 0.
 - Ce niveau RAID assure la tolérance aux pannes jusqu'à un disque par sous-pile peut tomber en panne sans entraîner de perte de données.
 - La capacité utilisable de RAID 10 correspond à 50 % de la capacité des disques disponibles.

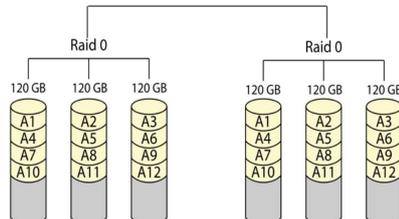
Les combinaisons des systèmes RAID



RAID 01 (*mirror of stripes*)
ou RAID 10 (*stripe of mirrors*)

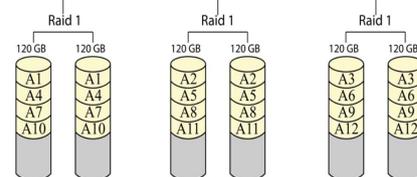
RAID 01

Raid 1



RAID 10

Raid 0



Les technologies associées au RAID

- **Hot-swap ou Hot swapping**, signifiant respectivement « *échange à chaud* » ou « *échangeable à chaud* », désignent le fait de pouvoir remplacer un composant d'ordinateur sans en interrompre le fonctionnement.
- Ces systèmes sont utilisés dans des serveurs qui doivent être en fonctionnement de façon continue.

Les technologies associées au RAID

- **Hot spare**, pour **disques de rechange** (*spare/hotspare* en anglais) permettent de limiter la vulnérabilité d'une solution.
- Un disque complémentaire est affecté à une unité RAID mais n'est pas utilisé au quotidien. Il est appelé disque de rechange.
- Lorsqu'un disque de la grappe vient à défaillir, le disque de rechange prend immédiatement et automatiquement son relais.
- Ce disque est alors reconstruit à partir des données présentes sur les autres disques, ce qui peut durer plusieurs heures en fonction de la quantité de données.
- Une fois le disque reconstruit, le système revient à un niveau optimal de sécurité et de performances.
- Une fois le disque de rechange mis en service, il faut procéder à l'échange physique du disque en panne par un nouveau disque qui pourra jouer le rôle de nouveau disque de rechange.

RAID

FIN