

# Systemes hétérogènes

## Technologies RAID

*Auteurs :*

Mohamed Amine NASSEH  
Alexandre LEONARDI

*Encadrant :*

Roland AGOPIAN

8 octobre 2016

### Résumé

**RAID** : Présentation rapide de la technologie RAID (**R**edundant **A**rray of **I**ndependant **D**isks, bin que le I ait signifié **I**nexpensive par le passé), qui permet de mettre en réseau un grand nombre de périphériques de stockage et d'en tirer divers avantages. Notamment nous allons parler des :

- Objectifs généraux de RAID
- Principales déclinaisons

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Présentation générale de RAID</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Niveaux de RAID standards</b>	<b>4</b>
2.1	RAID 0 : <i>striping</i> . . . . .	4
2.2	RAID 1 : <i>mirroring</i> . . . . .	4
2.3	RAID 5 : <i>disk array with block-interleaved distributed parity</i> . . . . .	4
<b>3</b>	<b>Autres niveaux de RAID</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Conclusion</b>	<b>7</b>

## 1 Présentation générale de RAID

RAID est un ensemble de techniques de répartition des données sur une grappe de disques durs, cela pouvant viser différents objectifs : quantité de mémoire augmentée à moindre coût, qualité de service améliorée, vitesse d'écriture des données plus élevée.

Le terme est apparu à la fin des années 80 et se concentrait au départ sur l'obtention d'une grande quantité de mémoire en utilisant des disques durs peu onéreux à une époque où le prix du mégaoctet de mémoire était encore bien plus élevé qu'aujourd'hui.

Aujourd'hui les techniques qui composent le RAID sont réparties un grand nombre de niveaux représentant chacun un concept différent, dont certains sont redondants les uns par rapport aux autres, obsolètes ou encore simplement peu utilisés. Nous allons donc passer en revue les plus utilisés.

## 2 Niveaux de RAID standards

Il y a 8 niveaux standards de RAID, numérotés de 0 à 7, mais les plus courants sont les 0, 1 et 5.

### 2.1 RAID 0 : *striping*

Cette technique vise à augmenter la vitesse d'écriture des données. Il s'agit de fragmenter les données à écrire entre chacun des disques de la grappe pour obtenir une vitesse d'écriture améliorée ; en effet, chaque disque ayant son propre contrôleur, les écritures peuvent se faire en parallèle.

On parle d'écriture des données par bande (*strips*) qui a donné son nom au niveau. Une bande correspond au bloc d'un index donné sur chacun des disques (cf TABLE 1).

TABLE 1 – Disques en RAID 0

	Disque 1	Disque 2	Disque 3
<b>Bande 1</b>	Bloc 1	Bloc 2	Bloc 3
<b>Bande 1</b>	Bloc 4	Bloc 5	Bloc 6
<b>Bande 1</b>	Bloc 7	Bloc 8	Bloc 9

On voit que cette technique n'apporte rien en terme de qualité de service, car si l'un des disques tombe en panne tout le système est inaccessible. Par ailleurs elle implique des disques de taille identique car les bandes faisant la même taille sur chaque disque, c'est le disque le plus petit qui définit le nombre maximum de bandes (et donc la quantité de données) utilisable.

### 2.2 RAID 1 : *mirroring*

Ici l'objectif n'est plus la performance mais la gestion des pannes et la qualité de service. On écrit les données en parallèle sur chaque disque de la grappe pour en avoir une sauvegarde (cf TABLE 2). Le fait que l'écriture soit simultanée fait que les disques sont interchangeables à tout moment, et le système reste opérationnel tant qu'au moins un des disques de la grappe n'est pas KO.

TABLE 2 – Disques en RAID 1

Disque 1	Disque 2	Disque 3
Bloc 1	Bloc 1	Bloc 1
Bloc 2	Bloc 2	Bloc 2
Bloc 3	Bloc 3	Bloc 3

Le désavantage de cette méthode est son prix : comme la même donnée est inscrite sur chaque disque, on n'utilise effectivement, pour  $n$  disques, que  $\frac{1}{n}$  de la mémoire totale disponible ; il faut donc investir dans de grandes quantités de mémoire pour obtenir la même capacité de stockage qu'avec du RAID 0 par exemple.

### 2.3 RAID 5 : *disk array with block-interleaved distributed parity*

Il s'agit d'une évolution du RAID 4 qui est une évolution du RAID 3. L'idée est que, comme en RAID 0, les données vont être réparties entre les différents disques

sous la forme de bandes. Cependant, un des disques, plutôt que de contenir un bloc de données, va contenir la parité des autres blocs de la bande, c'est-à-dire le XOR de l'ensemble des blocs de la bande (cf TABLE 3).

TABLE 3 – Disques en RAID 5

Disque 1	Disque 2	Disque 3	Disque 4
Bloc 1	Bloc 2	Bloc 3	Parité 1+2+3
Bloc 4	Parité 4+5+6	Bloc 5	Bloc 6
Parité 7+8+9	Bloc 7	Bloc 8	Bloc 9

On obtient, en RAID 5, des avantages du RAID 0 :

- vitesse d'écriture améliorée car on profite du contrôleur de chaque disque de manière équivalente
- optimisation de l'espace utilisé, pour une grappe  $n$  disques, c'est  $\frac{n-1}{n}$  de la mémoire qui est effectivement utilisée

On obtient également l'avantage du RAID 1 qui est une sécurité des données accrue, bien que dans une moindre mesure. En RAID 1 on pouvait se permettre de perdre  $n - 1$  disques tandis qu'en RAID 5 seul 1 peut tomber en panne sans conséquence : les blocs de données peuvent être recalculés grâce aux autres blocs de la bande et la parité ; les blocs de parité eux peuvent être recalculés de la même manière qu'ils ont été calculés lors de leur première écriture.

### 3 Autres niveaux de RAID

Il y a de nombreux autres niveaux de RAID, moins prépondérant que les 0, 1 et 5, à commencer par les niveaux 2 à 4.

RAID 2 proposait une vérification des données écrites qui a été depuis lors intégrée aux contrôleurs des disques durs; RAID 3 et 4 ont été raffinés en RAID 5, plus complexe mais plus efficace.

RAID 6 est une version améliorée (défaillance possible de  $n - 1$  disques sur une grappe de  $n$  disques) mais plus coûteuse à mettre en œuvre.

Enfin il existe des combinaisons de niveaux de RAID, par exemple le RAID 01 par exemple répartit les données en bandes réparties sur  $n$  disques (RAID 0) puis copie cette grappe de  $n$  disques  $k$  fois (RAID 1).

Le RAID 15 est composé de  $n$  sous-grappes de  $k$  disques, chaque disque d'une sous-grappe contient les mêmes données (RAID 1) et les données sont réparties entre les sous-grappes selon le principe de RAID 5,  $n - 1$  contiennent les données et une contient la parité.

## 4 Conclusion

Si l'on résume : RAID est un concept trop large pour être traité dans le détail. Il y a un grand nombre de déclinaisons qui peuvent encore être combinées entre elles pour profiter des avantages de chacune. Les RAID 0, 1 et 5 présentés ici sont les plus utilisés.

L'idée générale qui lie ces différentes techniques entre elles est celle d'améliorer le stockage de données sur une grappe de disques durs, que ce soit en termes de résistance aux pannes, de sauvegarde de l'information ou encore de vitesse d'écriture/lecture.

Cela implique souvent, mais pas systématiquement, la fragmentation des données à écrire entre différents disques : chaque disque récupère un bloc du fichier initial, ce qui permet de profiter du contrôleur de chaque disque en lecture comme en écriture et donc de multiplier la vitesse de ces opérations proportionnellement à la taille de la grappe.