



Sommaire

Le système RAID	1
Principe	1
La technologie RAID	1
RAID 0	2
RAID 1 (Miroir)	2
RAID 10	2
RAID 5 (Agrégation par bandes)	2
RAID 50	3
RAID 6	3
Le disque Hot Spare	3

Š^Á ^• c- ^ÁÜŒÖ

Principe

La **tolérance de panne** désigne une méthode de conception permettant à un système de continuer à fonctionner, éventuellement de manière réduite (on dit aussi en "mode dégradé"), au lieu de tomber complètement en panne, lorsque l'un de ses composants ne fonctionne plus correctement.

En d'autres termes, le système ne s'arrête pas de fonctionner, qu'il y ait défaillance matérielle ou défaillance logicielle.

Quand on parle de tolérance de panne, on pense tout de suite au système RAID qui permet d'améliorer les performances et la sécurité des disques.

La tolérance de panne touche d'autres domaines tels que les éléments d'interconnexion (redondance d'un commutateur) ou les services (haute disponibilité).

La technologie RAID

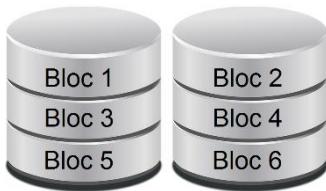
La technologie **RAID** (Redundant Array of Independent Disks) est une façon d'utiliser plusieurs disques durs ensemble pour constituer un système de stockage de données pouvant résister à la panne d'un seul de ces composants.

Le système RAID offre une double utilité : accélérer les accès disques et éviter les pertes de données. Il permet au système d'être résistant aux défaillances, c'est à dire que la panne d'un disque dur ne doit ni entraîner la perte d'information, ni empêcher l'accès à celles-ci.

Deux possibilités existent pour la mise en place d'un tel système : une solution matérielle ou une solution logicielle :

- Solution matérielle : l'application de RAID est confiée au contrôleur de disques, comme une carte dans l'ordinateur ou dans un boîtier séparé. L'avantage est que le système n'est pas sollicité. Les transferts de données sont aussi plus rapides, car le contrôleur RAID n'a qu'une tâche à effectuer, alors que le système peut être sollicité pour d'autres services au même moment.
- Solution logicielle : c'est le système d'exploitation qui gère le système de RAID. On évite ainsi le passage de toutes les données par le point d'engorgement que peut constituer le contrôleur RAID. Ce procédé est aussi plus économique, car il n'y a pas besoin d'acheter du matériel spécial. En contrepartie, l'application utilise une partie des ressources du système.

RAID 0



Les données sont divisées en petits blocs et écrite de façon entrelacée sur plusieurs disques durs en même temps.

- Accès plus rapide aux données (accès simultané sur n disques), sauf dans le cas de petits fichiers.
- la panne d'un seul disque entraîne la perte de toutes les données.

Ce n'est donc pas un véritable système RAID, car les données ne sont pas plus sécurisées. Il permet juste d'accélérer l'accès à celles-ci.

RAID 1 (Miroir)

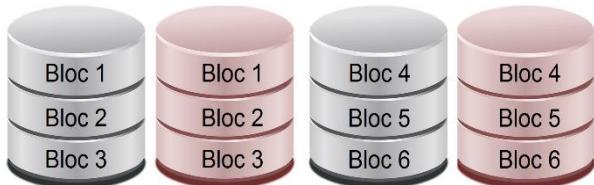


Toutes les écritures sont faites simultanément à l'identique sur deux disques. Il y a donc toujours une image du disque à protéger ou miroir.

En cas de défaillance d'un disque, les données restent accessibles immédiatement et sans perte. Il est possible d'accélérer la lecture des données en répartissant les accès sur les deux disques.

Il faut doubler le nombre de disques durs. Les écritures sont aussi plus lentes, car elles sont toujours réalisées en double.

RAID 10



Cette technique combine le RAID 0 et le RAID 1 en mettant en miroir des données écrites de façon entrelacée sur plusieurs disques.

Sécurité et haute disponibilité des données du RAID 1 et rapidité d'accès aux données du RAID 0

Coût élevé, car la moitié de l'espace disque est réservé pour la sauvegarde. Il faut doubler le nombre de disques durs

RAID 5 (Agrégation par bandes)



Il utilise le principe de parité avec des données écrites de façon entrelacée comme en RAID 0. Pour un ensemble de x disques, on ajoute un seul disque. Son N^{ième} bit sera le bit de parité formé à partir de chacun des N^{ième} bits de l'ensemble des x autres disques. Si un disque tombe en panne, il peut être reconstitué à partir des x-1 autres disques. Pour chaque écriture, les blocs de parité sont donc remis à jour.

Haute sécurité des données, coût réduit (1 disque en plus quel que soit le nombre de disques à protéger)

Moins rapide que le RAID 0 car les blocs de parité sont mis à jour en permanence.

Le RAID matériel

(Source : <https://windowsastuce.com>)

Hardware Raid utilise du matériel spécial appelé contrôleur RAID pour la récupération et la sauvegarde de données. Sa mise en œuvre est basée sur la technologie RAID sur puce. Il a son processeur et sa mémoire cache pour exécuter l'application RAID.

Avantages du RAID matériel

L'un des principaux avantages du RAID matériel est qu'il augmente les performances du système. Comme indiqué précédemment, Hardware RAID a son processeur RAID dédié pour exécuter l'application RAID. Toute la configuration complexe est traitée par un processeur dédié. Ainsi, il augmente les performances du système en mettant moins de pression sur le processeur principal de l'ordinateur tout en distribuant le contenu sur les lecteurs et en restaurant les données de sauvegarde.

RAID matériel utilise sa mémoire cache DRAM pour la sauvegarde et la restauration. Cela se traduit par de meilleures performances tout en écrivant des sauvegardes de données et à entre-temps moins de temps d'arrêt pour la restauration.

RAID matériel ajoute plus d'options de configuration comme la configuration hybride qui offre une meilleure tolérance à une ou plusieurs pannes de disque.

RAID matériel a intégré des unités de batterie de sauvegarde et la mémoire flash embarquée sur les cartes RAID. Cela empêche la corruption de données pendant la perte de puissance.

Le matériel est compatible avec différents systèmes d'exploitation et il est accessible depuis n'importe quel système.

Inconvénients du RAID matériel

Le coût du RAID matériel est plus élevé car la configuration nécessite plus de matériel.

Le RAID matériel n'offre pas de meilleures performances pour certaines configurations utilisant des baies de stockage Flash (SSD).

Le RAID logiciel

(Source : <https://windowsastuce.com>)

Contrairement au RAID matériel, le RAID logiciel n'utilise aucun matériel spécial pour connecter les périphériques de stockage. Ici, les périphériques de stockage sont directement connectés à l'ordinateur hôte. La distribution du contenu sur les lecteurs est gérée uniquement par le logiciel utilitaire du système d'exploitation hôte.

Avantages du RAID Logiciel

La plupart des principaux systèmes d'exploitation comme Microsoft, Apple et Linux prennent en charge la configuration RAID du logiciel.

Contrairement au RAID matériel, la configuration RAID logiciel n'est pas coûteuse car vous n'avez pas besoin de matériel dédié pour la configuration RAID. La configuration RAID est effectuée dans le système d'exploitation lui-même.

Logiciel RAID est principalement adapté pour le traitement RAID 0, 1, 10 simple qui ne cause pas trop de charge sur le système.

Inconvénients du RAID Logiciel

Le RAID logiciel peut affecter les performances globales du système tout en effectuant une configuration RAID complexe. L'implémentation de RAID logiciel n'est pas appropriée s'il y a trop de pilotes.

Seuls les niveaux RAID limités sont pris en charge par le système d'exploitation et il y a peu de place pour la migration du système d'exploitation.

Le RAID est plus vulnérable aux virus et autres attaques de sécurité car il fonctionne à l'intérieur du système informatique hôte.

Le problème côté serveur peut affecter l'intégrité des données en raison de plantages du système.

Logiciel ou Matériel

Le type de RAID qui convient le mieux aux performances et à la disponibilité des données varie d'une application à l'autre. Le logiciel RAID est principalement adapté au traitement RAID 0, 1, 10 d'entrée de gamme, ce qui ne cause pas trop de charge sur le système. Cependant, ils ne peuvent pas être utilisés comme une solution de haute performance.

Le RAID matériel est principalement utilisé par l'application pour augmenter la disponibilité et les performances tandis que le RAID logiciel est principalement adapté à la station de travail avec des exigences de stockage de données limitées et des serveurs d'entrée de gamme qui ne nécessitent pas de protection de démarrage.

Précisions sur la parité :

Le système de parité utilise le OU Exclusif (xor). Mais comment fonctionne l'opérateur xor ? Quand le nombre de bits égaux à 1 est pair, alors le résultat du calcul sera 0 et quand le nombre de bits égaux à 1 est impair, alors le résultat du calcul sera 1.

Exemple sur 4 disques :

Disque 1	Disque 2	Disque 3	Disque 4
1	0	0	1
0	1	1	0
1	1	1	1
0	0	0	0

RAID 50



Combinaison d'un RAID 5 et d'un RAID 0

Haute sécurité des données et accès rapide aux données

Il faut au minimum 6 disques.

RAID 6



Le RAID 6 est une évolution du RAID5. Il est basé sur un double calcul de parité. La parité P est identique à celle du RAID 5. Par contre la parité Q est beaucoup plus complexe. Elle est basée sur le code de Reed-Salomon.

Le RAID 6 supporte la défaillance de 2 disques simultanément.

Le nombre minimal de disques est de 4.

Moins rapide que le RAID 5, Le calcul des 2 parités est assez long.

Le disque Hot Spare



Le disque Hot Spare ou disque de rechange n'est pas utilisé sauf dans le cas d'une panne sur l'un des disques du RAID (ci-dessus un exemple en RAID 1).

Exercice 1 – Calcul des coûts

Le but de cet exercice est de comparer les coûts des solutions RAID en fonction de la quantité de données désirées (colonne Besoin). On prendra comme hypothèse que tous les disques SCSI feront 2 To et qu'ils coûtent 50 €.

Besoins	RAID 0		RAID 1		RAID 10		RAID 5		RAID 50		RAID6	
	Nb disques	Coûts										
2 To	2		2		4							
4 To	4											
8 To	8											
12 To	12											

Exercice 2 – Le RAID 5

Votre système dispose de 3 disques en RAID5. Les blocs de données ont une taille de 8bits (en théorie 4ko). Vous devez stocker les informations suivantes : **Le SI7, c'est sympa!**

Le premier caractère sera stocké sur le disque 1, le second, sur le disque 2...

Schématisez le résultat sous forme hexadécimale.

Rappel des codes ASCII:

"Espace"	= 20	!	= 21	'	= 27	7	= 37	,	= 2C	I	= 48	L	= 4C
S	= 53	a	= 61	c	= 63	e	= 65	i	= 69	l	= 6C	m	= 6D
p	= 70	s	= 73	t	= 74	y	= 79						

Résultat :



Exercice 3 –Le Raid 5 et le RAID 10

1. Combien de disques au minimum avez-vous besoin pour mettre en place un RAID 5 au niveau de notre serveur?

2. Notre serveur dispose de 5 disques durs de 500 Go chacun. Ces disques sont montés en RAID5. Quel est l'espace disque total utilisable ?

Exercice 3 –Le Raid 5 et le RAID 10 (suite)

On dispose d'un serveur composé de 3 disques durs dont la répartition des données est la suivante:

Disque 1	Disque 2	Disque 3
Bloc 1	Bloc 2	Parité (blocs 1-2)
Parité (blocs 3-4)	Bloc 3	Bloc 4
Bloc 5	Parité (blocs 5-6)	Bloc 6
.....

3. Le 2ème disque dur tombe en panne. Retrouvez les données perdues :

Disque 1	Disque 2	Disque 3
0		1
1		1
1		0
0		0
1		1
1		0
0		0

On dispose d'un autre serveur qui est cette fois en RAID 10. La répartition des données est la suivante:

Disque 1	Disque 2	Disque 3	Disque 4
Bloc 1	Bloc 2	Bloc 1	Bloc 2
Bloc 3	Bloc 4	Bloc 3	Bloc 4
...

Chaque disque a une capacité de 2 To.

4. Quelle est la capacité totale de stockage sur ce serveur ?

5. Le disque 3 tombe en panne : retrouvez les données perdues :

Disque 1	Disque 2	Disque 3	Disque 4
0	1		1
1	1		1
1	0		0
0	0		0
1	1		1
1	0		0
0	0		0

6. Quel est le gros inconvénient du RAID 10 par rapport au RAID 5 ?

Exercice 4 –Le Raid 5

Soit les données hexadécimales suivantes : 74 04 A3 DD 2A 27 31 2F DD 63 6A DD 87 F0 01 que l'on souhaite écrire sur un disque RAID constitué de 4 disques et organisé en agrégat par bandes avec un disque de parité (RAID 5).

On suppose que les bandes sont constituées d'un seul octet par disque, que la première bande utilise le premier disque pour stocker la parité des trois premiers octets, la deuxième bande verra sa parité enregistrée sur le deuxième disque, la troisième bande sur le troisième disque, etc.

Calculez la parité associée à chaque bande et compléter le tableau suivant.

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

Exercice 5 –Questions diverses

Combien de disques au minimum avez-vous besoin pour mettre en place un RAID 5 ?

- 2 3 4 5

Une machine dispose de 6 disques de 2 To chacun. Ces disques sont montés en RAID 5 avec un "Hot Spare". Quel est l'espace disque utilisable ?

- 2 To 8 To 10 To 12 To

Une machine est équipée de fonctionnalité RAID 5 matériel, on souhaite disposer d'une capacité de 8 To avec un disque de Spare. De combien de disques de 2 To a-t-on besoin ?

Quelles affirmations sont vraies :

- Le RAID 1 utilise le principe du miroir.
- Le RAID 5 est performant en lecture/écriture mais la perte d'un disque entraîne la perte de toutes les données.
- Le RAID permet la sauvegarde des données.
- Le RAID permet d'améliorer la tolérance aux pannes et améliorer la performance.
- Le RAID 5 est un outil permettant de supprimer les bugs.
- Le RAID 5 est un mode d'organisation des disques permettant d'améliorer la fiabilité.
- Le RAID 5 est moins fiable que des disques seuls.
- Le RAID 5 présente de meilleures performances en lecture qu'un disque seul.
- Le RAID 5 permet de stocker exactement 1 To de données sur 5 disques durs de 100 Go.
- Le RAID 5 permet de stocker exactement 4 To de données sur 5 disques durs de 1 To.
- Le RAID 1 permet de stocker exactement 1,5 To de données sur 2 disques durs de 1 To.
- Le RAID 1 permet de stocker exactement 1 To de données sur 2 disques durs de 1 To.
- Le RAID 1 présente de meilleures performances en lecture qu'un disque seul.

Exercice 6 – Mise en œuvre sous Windows

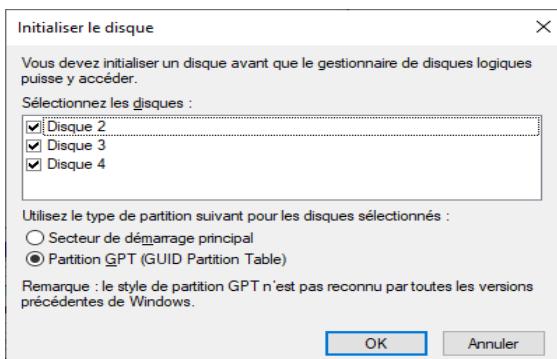
Clonez un serveur **Windows 2019**.

Ajoutez-lui 4 disques :

- 1 disque de même capacité que le disque système existant (60 Go même type que le disque système),
- 3 disques de 20 Go.

Connectez-vous sur le serveur avec le compte **Administrateur** (rappel : le mot de passe est **P@ww0rd**).

Ouvrez le gestionnaire de disques (Outils d'administration Windows / .Gestion de l'ordinateur / Gestion des disques). Vous obtenez l'écran suivant :



Cliquez sur **Annuler**.

Mise en place du RAID 1

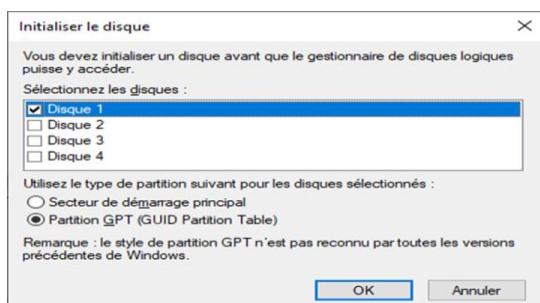
Le RAID 1 sera composé du disque système et du disque de même taille (les 2 disques à 60 Go).

1. Initialisation du Disque 1 :

Clic droit sur **Disque 1** et cliquez sur **En ligne**.

Nouveau clic droit sur **Disque 1** et cliquez sur **Initialiser le disque**.

Reproduisez l'écran suivant et cliquez sur **OK**.



2. Création du miroir :

Clic-droit sur la partition système (C :)

Cliquez sur **Ajouter un disque miroir...**

Sélectionnez le disque proposé, puis cliquez sur **Ajouter un disque miroir**.

Validez en cliquant sur **Oui**.

Vous devez obtenir ceci :

Disque 0 Dynamique 59,88 Go En ligne	200 Mo Sain (Partition du système)	(C): 59,68 Go NTFS Resynchronisation en cours : (3%) (Démarrer, Fichier d'é
Disque 1 Dynamique 59,98 Go En ligne	(C): 59,68 Go NTFS Resynchronisation en cours : (3%) (Démarrer, Fichier d	314 Mo Non alloué

Notez que les 2 partitions sont bien "mappées" avec la même lettre C:

Les 2 disques doivent se synchroniser (Sain).

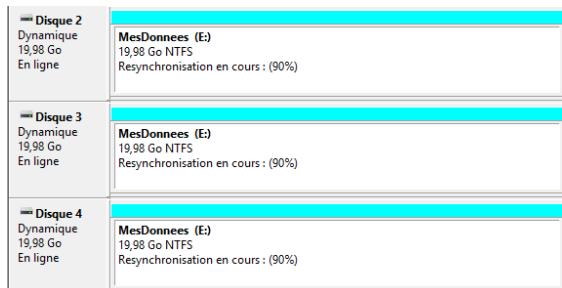
3. Vérification :

Arrêtez le serveur et redémarrez le. Un nouveau menu de démarrage est apparu.

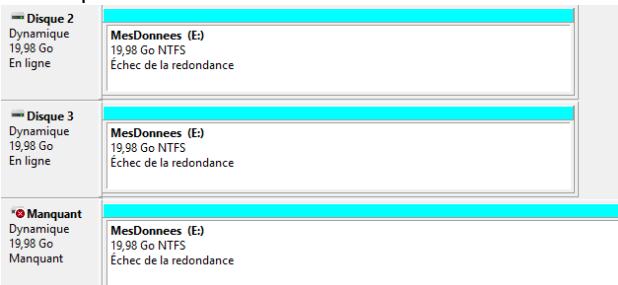
Exercice 6 –Mise en œuvre sous Windows

Mise en place du RAID 5

1. Initialisation des 3 disques :
Clic droit sur le **Disque 2** et cliquez sur **Initialiser le disque**. Cliquez sur **OK**
2. Création du RAID 5 :
Clic droit sur **Disque 2**, puis **Nouveau Volume RAID-5...**
Ajoutez les disques **3** et **4**.
Attribuez la lettre **E**:
Renommez le lecteur en **MesDonnees** et effectuez un formatage rapide.



3. Vérification :
Ouvrez le gestionnaire de fichiers et ajoutez des fichiers sur le lecteur **E**:
4. Simulation d'une panne :
Arrêtez le serveur et supprimez le **Disque 3** (via VMware).
Redémarrez le serveur.
Ouvrez le gestionnaire de fichiers et vérifiez que les fichiers sont encore présents.
Ouvrez le gestionnaire des disques. Vous devez avoir ceci :



Le système a repéré l'absence du disque.

5. Réparation
Arrêtez le serveur et ajoutez un nouveau disque de **20 Go** (via VMware).
Redémarrez le serveur.
Ouvrez le gestionnaire des disques et initialisez le nouveau disque selon les options proposées par défaut.
Clic droit sur le **Disque 2** et sélectionnez Réparer le volume...
Cliquez sur **OK** pour ajouter le **Disque 3**.
.....Les disques se resynchronisent. Et le RAID 5 est à nouveau parfaitement opérationnel.
.....Pour être plus "propre", supprimez le disque manquant du gestionnaire des disques.