



Remis le:
09/12/2008

Haute Ecole Libre du Hainaut Occidental
Graduat Don Bosco 12, rue Frinoise 7500 Tournai

PERIPHERIQUES:
(cours de Mme Buseyne, 2^{ème} Info)

LES DISQUES DURS



SOMMAIRE

<u>1) Introduction</u>	P6
<u>2) Historique</u>	P7-8
<u>3) Rôle du disque dur</u>	P8
<u>4) Composition d'un disque dur</u>	P9-14
4.1. Introduction	P9
4.2. Les plateaux	P10
4.3. Les pistes	P10-11
4.4. Les secteurs	P11-12
4.4.1. La table d'allocation de fichiers FAT	P11
4.4.2. Le répertoire racine	P12
4.5. Les cylindres	P12
4.6. Les têtes de lecture/écriture	P12-14
4.6.1. La tête inductive	P14
4.6.2. La tête Magneto-Resistive (MR)	P14
4.6.3. La tête Giant-Magneto-Resistive (GMR)	P14
<u>5) Le partitionnement</u>	P15-16
5.1. Définition	P15
5.2. Les partitions d'un disque dur	P15
5.3. Pourquoi partitionner ?	P15
5.4. Démonstration	P16

6) La technologie RAID.....P16-20

6.1. Introduction.....	P16
6.2. Les différents niveaux.....	P16-20
6.2.1. Le niveau 0.....	P16-17
6.2.2. Le niveau 1.....	P17
6.2.3. Le niveau 2.....	P17
6.2.4. Le niveau 3.....	P18
6.2.5. Le niveau 4.....	P18
6.2.6. Le niveau 5.....	P19
6.2.7. Le niveau 6.....	P19
6.2.8. Le niveau 7.....	P19
6.2.9. Le niveau 10.....	P19-20
6.3. Préférences.....	P20

7) Les interfaces.....P20-28

7.1. Introduction.....	P20
7.2. Les différentes interfaces.....	P20
7.2.1. L'interface ST-506/412.....	P21-22
7.2.1.1. Le codage des données.....	P21
7.2.1.1.1. Codage FM.....	P21-22
7.2.1.1.2. Codage MFM.....	P22
7.2.1.1.3. Codage RLL.....	P22
7.2.2. L'interface ESDI.....	P22
7.2.3. L'interface IDE.....	P23
7.2.4. L'interface E-IDE.....	P24-25
7.2.4.1. Présentation	P24
7.2.4.2. Le mode PIO.....	P24
7.2.4.3. Le mode DMA.....	P24
7.2.4.4. Le mode UDMA.....	P24
7.2.4.5. Les normes ATA.....	P25

7.2.5. L'interface SATA.....	P26-27
7.2.6. L'interface SCSI.....	P27-28
7.2.6.1. Présentation.....	P27
7.2.6.2. SCSI asymétrique et différentiel	P28
7.2.6.3. Modèle d'un connecteur SCSI.....	P28

<u>8) La défragmentation.....</u>	P28-30
--	---------------

<u>9) Comment choisir son disque dur ?</u>	P30-31
---	---------------

<u>10) Aperçu de disques durs disponibles dans le commerce....</u>	P31-35
---	---------------

<u>11) Le successeur potentiel du disque dur magnétique.....</u>	P35
---	------------

<u>12) Conclusion.....</u>	P36
-----------------------------------	------------

<u>13) Bibliographie, sitographie.....</u>	P37-38
---	---------------

1) Introduction

Le disque dur ou HDD (Hard Disk Drive) est une mémoire de masse magnétique, c'est-à-dire une mémoire de grande capacité non volatile qui peut-être lue par un ordinateur et qui constitue le support de stockage vital de nos pcs.

Il est capable de contenir un système d'exploitation, voire plusieurs, des applications diverses, des documents personnels, ... Ainsi, il vaut mieux qu'il ne crashe pas.

Après un bref historique sur le disque dur, je vous donnerai son rôle. Vous verrez sa composition, où je vous expliquerai ce qu'est un plateau, un secteur, une piste, un cylindre et des têtes de lecture, écriture.

J'aborderai ensuite la partie concernant le partitionnement ; qu'est-ce que c'est, pourquoi partitionner, les différentes partitions que l'on peut créer suivie par une petite démonstration.

Après ça, je vous parlerai de la technologie RAID, en détaillant les différents niveaux existants, leurs caractéristiques ainsi que ceux qui sont les plus susceptibles d'être utilisés.

Je passerai ensuite aux interfaces, en mentionnant chacune d'elles ainsi que leurs caractéristiques. Viendra alors la partie sur la défragmentation où je vous montrerai la façon de défragmenter un pc et surtout, pourquoi défragmenter.

Un autre point essentiel est la façon dont choisir un disque dur ; qu'est-ce qui est important dans l'achat, le choix d'un disque ? Suivi par un petit aperçu de quelques disques durs en vente dans les commerces.

Enfin, je terminerai en parlant de l'éventuel successeur du disque dur magnétique ainsi que par une petite conclusion.

2) Historique

En **1956**, apparaît le premier disque dur inventé par IBM (International Business Machines Corporation). Nommé RAMAC 305 pour Random Access Method Accounting & Control, il pèse plus d'une tonne et possède seulement une tête de lecture et d'écriture pour ses 50 plateaux.

Chaque plateau mesure environ 61 cm de diamètre (ce qui correspond à 24 pouces) et est séparé par 20,32 μm de la tête. A cette époque, il fallait déboursier la somme de 50 000 euros pour seulement 5 Mo de capacité mémoire.

En **1962**, le RAMAC 1303 prend la place du RAMAC 305. La distance tête-plateau est réduite à 6,35 μm et la capacité totale passe à 28 Mo.

En **1973**, IBM lance le disque dur Winchester. Ses caractéristiques sont : 2 plateaux (un fixe et un amovible) de 30 Mo chacun et une distance tête-plateau de 0,43 μm . A partir de ce moment, les disques durs sont fermés hermétiquement.



Disque dur Winchester

Pour améliorer le temps d'accès au disque dur, les ingénieurs cherchent à diminuer la distance entre les plateaux (où sont écrites les données) et les têtes de lecture/d'écriture.

En **1979**, le premier disque dur utilisant des plateaux de 8 pouces de diamètre (soit environ 20 centimètres) sort. Cette réduction du diamètre des plateaux permet de faire passer le disque dur de l'ère de l'ordinateur central à celle du PC.

Cela est possible grâce à la sortie du tout premier micro-ordinateur, créé par International Business Machines Corporation.

IBM propose le modèle XT en **1983**. Celui-ci est équipé d'un disque dur de 10 Mo et est très coûteux. Seagate Technology propose alors une interface du nom de ST506 qui utilise l'encodage des informations en MFM puis en RLL. Le formatage physique du disque dépend alors de l'ordinateur sur lequel il a été fait ; on ne peut donc pas déplacer le disque d'une machine à une autre sans le formater.

En **1984**, Western Digital et IBM mettent au point le standard WD1003 pour les disques durs. La gestion du disque devient alors dépendante du BIOS de l'ordinateur et plus de la carte contrôleur de disque.

En **1986**, IBM sort une amélioration de l'interface ST506, l'interface ESDI (Enhanced Small Devices Interface). Mais cette nouvelle technologie doit être contrôlée par l'unité centrale pour chaque opération. Celle-ci doit envoyer une commande pour positionner le bras, signaler au lecteur quelle tête doit effectuer la lecture et quel secteur doit être lu. Ensuite, elle attend que le secteur voulu se retrouve sous la tête de lecture pour transférer les données.

La même année, Western Digital et Compact proposent une nouvelle version du WD1003 en intégrant le contrôleur sur le disque même, tout en gardant la compatibilité WD1003. C'est le standard IDE (Integrated Device Electronics) ou ATA (-1). Un processeur permet de libérer certaines ressources de l'unité centrale en ajoutant un ensemble de commandes plus sophistiquées. On peut alors se contenter de déclarer le disque au BIOS plutôt que le formater lorsqu'on change de machine. Avec cette interface, l'unité centrale ne doit fournir que le CHS (Cylindre Tête Secteur) du secteur qu'elle veut lire et le processeur intégré au disque se charge du reste.

Le standard E-IDE (Enhanced IDE) est créé en **1993** et apporte de multiples améliorations techniques dont la possibilité de recevoir quatre périphériques en tout grâce aux deux canaux qu'il possède et qui peuvent chacun recevoir deux périphériques de type IDE, la gestion des disques allant jusqu'à 8 Go par le contrôleur et le passage du mode CHS au mode LBA (Logical Block Addressing) dans lequel le programme ne doit connaître que le nombre de secteurs depuis le début jusqu'à la position du secteur recherché (en sachant que le premier secteur a pour numéro 0).

En **1996**, l'Ultra DMA (ou Ultra ATA) est développé conjointement par Quantum et Intel. Il constitue l'apparition d'un mode d'échange de données entre le disque dur et la mémoire qui se libère du processeur.

Il sera remplacé par le Serial ATA (Serial Advanced Technology Attachment) en **2002** qui s'avère plus rapide et plus pratique par son branchement à chaud (hot-plug) c'est-à-dire qu'on peut le brancher et le débrancher sans éteindre le pc.

Depuis lors, la capacité mémoire et les performances des disques durs ne cessent d'augmenter de jours en jours.

3) Rôle du disque dur

Le rôle du disque dur est de conserver les données de manière permanente, même lorsque le PC est hors-tension, contrairement à la mémoire vive, qui s'efface à chaque redémarrage de l'ordinateur. C'est la raison pour laquelle on parle de mémoire de masse.

4) Composition d'un disque dur

4.1. Introduction

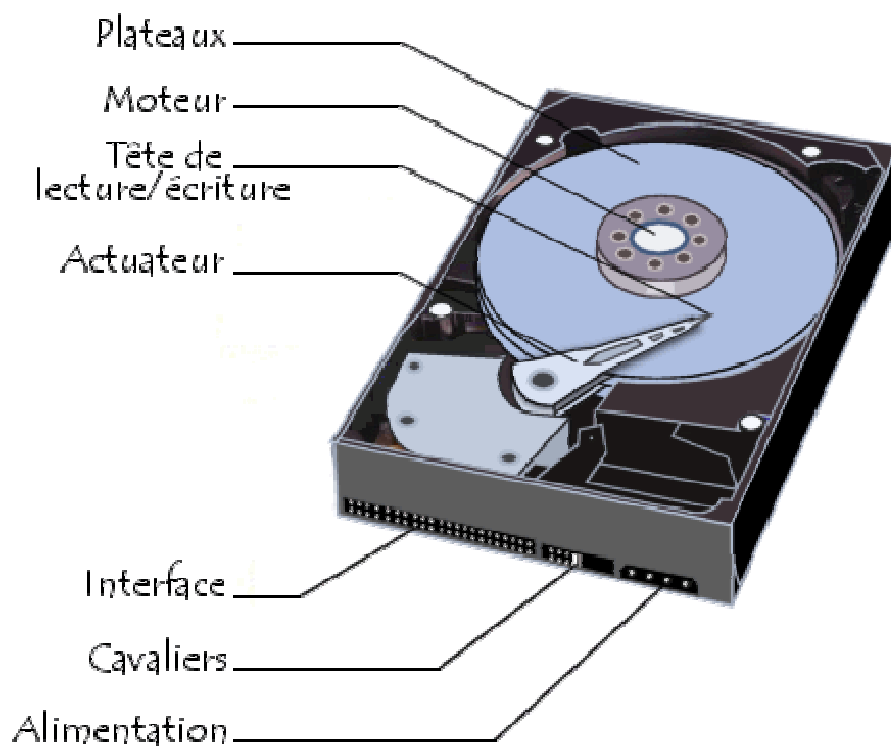


Schéma des composants d'un disque dur

Le disque dur est relié à la carte-mère avec un contrôleur faisant l'interface entre le processeur et le disque dur. Il est constitué d'un ou plusieurs plateau(x) recouverts en surface par un composant magnétique sur lesquels sont stockées les données. Ces plateaux sont divisés en pistes.

La lecture et l'écriture se font grâce à des têtes qui pivotent simultanément en arc de cercle sur la surface des plateaux. Il en existe plusieurs types parmi lesquels se trouvent la tête inductive, la tête Magneto-Resistive et la tête Giant-Magneto-Resistive. Chaque piste est divisée en secteurs de tailles égales qui permettent chacun le stockage de 512 octets.

L'ensemble des pistes et des plateaux forment un cylindre. Pour identifier la piste d'une des faces d'un plateau donné dans ce cylindre, on utilise le numéro de la tête de lecture et d'écriture.

4.2. Les plateaux

Les plateaux ressemblent à un CD sur lequel on écrirait des deux côtés. Ils sont rigides et empilés à une faible distance les uns des autres. Les plateaux tournent très vite autour d'un axe (sur roulement à bille ou à huile) dans le sens inverse des aiguilles d'une montre et leur vitesse de rotation est constante et comprise entre 3 600 et 15 000 tours par minute.



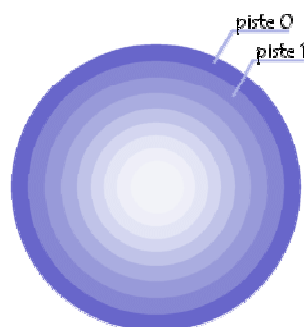
Plateau d'un disque dur

Ils sont recouverts en surface par un composant magnétique qui permettra de stocker les données en binaire sur les plateaux. Cette couche est composée d'une couche d'oxyde de fer et d'une couche à film fin toutes les deux répandues sur le plateau afin de le magnétiser.

Au départ, ils étaient en aluminium pour sa légèreté et sa solidité. Peu à peu, les disques de verres ou de composite de céramique de verre ont remplacé l'aluminium. Pourquoi ? Simplement parce que ces matières sont beaucoup plus rigides que l'aluminium donc, leur épaisseur est réduite et elles sont beaucoup moins sensibles aux variations de température. Le plus souvent, les disques durs sont limités à deux ou trois plateaux à cause du boîtier qui n'est pas très haut.

4.3. Les pistes

Les plateaux sont divisés en pistes. Les pistes sont des sortes de cercles concentriques répartis à intervalles réguliers.

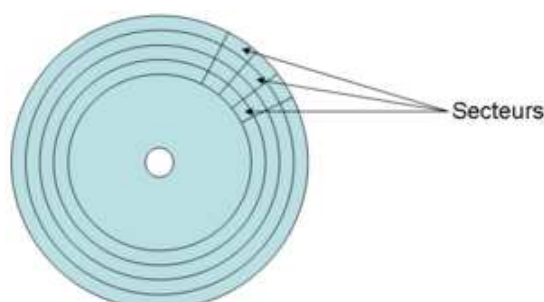


Pistes d'un disque dur

Elles sont numérotées de l'extérieur vers l'intérieur et de zéro à N, N représentant le nombre de pistes et variant en fonction de la capacité du disque dur.

4.4. Les secteurs

Comme les pistes sont trop vastes pour constituer une unité de stockage, elles sont découpées en secteurs (ou blocs) qui permettent le stockage de 512 octets de données. Le nombre de secteurs par piste peut varier de 17 à 100. Les secteurs ont la même taille sur chaque piste mais une taille différente d'une piste à une autre.



Secteurs d'un disque dur

Ils sont numérotés (à partir de 1) pour retrouver l'ensemble des secteurs sous lesquels est enregistrée une donnée. Pour cela, on retrouve une table d'allocation de fichier et un répertoire racine.

4.4.1. La table d'allocation de fichiers FAT

La plus connue est la FAT (File Allocation Table). On y joint un nombre qui représente le nombre de bits sur lesquels on peut coder un cluster. Un cluster est un regroupement logique de plusieurs secteurs. Il correspond à la zone minimale que peut occuper un fichier sur le disque dur et sa taille est déterminée selon la capacité du disque dur et du choix de la FAT. Une FAT est une table présente sur le disque dur et contenant les numéros des clusters qui sont occupés par des données. On la choisit selon le système d'exploitation qu'on veut.

On retrouve les FAT12 et 16 sur Windows 95 et la FAT32 sur Windows 98. Par exemple, un disque de 1 Go formaté en FAT16 a des unités d'allocation de 32 Ko chacune tandis qu'en FAT32, elles sont de 4 Ko.

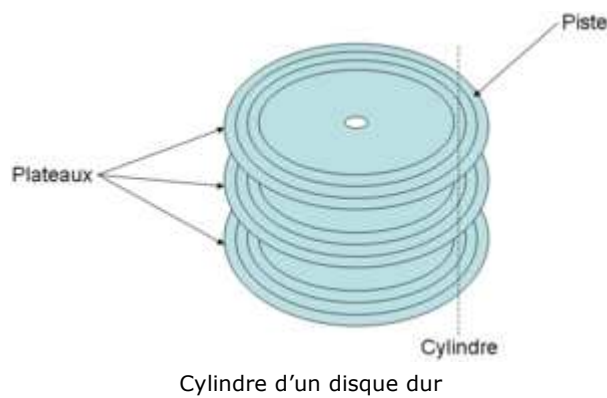
Si un cluster n'est que partiellement occupé par une donnée, la totalité de sa place est réservée. Ce qui signifie que si l'on a un fichier de 12 Ko à stocker dans une FAT16, il occupera la totalité du cluster de 32 octets et il y aura donc 20 Ko d'espace libre perdus. Par contre, si on le stockait en FAT32, il occuperait trois clusters sans perte de place.

4.4.2. Le répertoire racine

Le répertoire racine comprend des informations telles que le nom du fichier, l'extension, les attributs, la taille, le numéro du premier cluster occupé,... concernant les fichiers stockés sur le disque dur. Sa taille est fixe et n'évolue pas en fonction des fichiers stockés.

4.5. Les cylindres

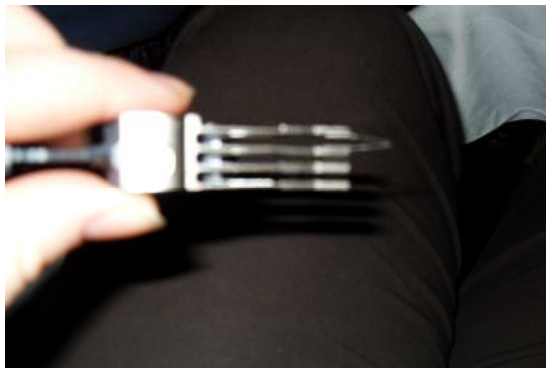
Un cylindre désigne l'ensemble vertical des pistes disposées sur toutes les surfaces pour un rayon N donné.



Cylindre d'un disque dur

Pour identifier la piste d'une des faces d'un plateau, on utilisera le numéro de la tête de lecture et écriture. On les numérote du plateau supérieur vers le plateau inférieur en commençant par le numéro 0. Cette façon de représenter la structure du disque s'appelle CHS.

4.6. Les têtes de lecture/écriture



Têtes de lecture/écriture d'un disque dur

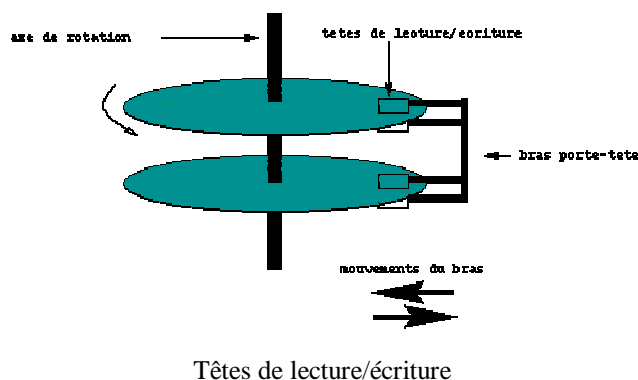


Aperçu des têtes sur le disque dur

La lecture et l'écriture sur le disque se font au moyen de têtes pivotant simultanément en arc de cercle sur la surface des plateaux. Les têtes sont liées entre elles et seulement une tête peut lire et écrire à la fois.

Lorsque le disque dur est hors tension, les têtes reposent sur les plateaux. Mais une fois qu'il est sous-tension, les plateaux tournent très vite et les têtes alors soumises à un déplacement d'air se soulèvent un peu. Si elles touchent l'un des plateaux lorsqu'ils tournent, cela causerait l'écrasement des têtes sur les plateaux et donc, des pertes de données.

Ainsi, la poussière est redoutable pour les disques durs. C'est pourquoi ils sont montés dans des salles blanches pour éviter toute particule qui pourrait nuire à son efficacité.



Têtes de lecture/écriture

Un contrôleur de disque gère le moteur de rotation et de déplacement des têtes pour interpréter les signaux électriques qu'elles envoient et les convertir en bits ou inversement.

Un positionneur de têtes permet de les déplacer sur le disque et de les mettre sur le cylindre voulu. Il en existe deux types : le positionneur à moteur pas-à-pas et le positionneur à bobine.

Le moteur pas-à-pas a une vitesse d'accès très lente, une grande influence de la température, un stationnement automatique des têtes très rare, une grande sensibilité au positionnement, un formatage périodique et une fiabilité médiocre.

Le moteur à bobine a quand à lui une vitesse d'accès rapide, il ne subit aucune influence de la température, il possède un stationnement automatique des têtes, aucune sensibilité au positionnement et une excellente fiabilité.

On remarque donc que le positionneur à moteur pas-à-pas a de nombreux inconvénients. C'est pourquoi on lui préférera le positionneur à bobine qui est plus efficace sans pour autant être onéreux.

Les têtes commencent à inscrire des données à la périphérie du disque (piste 0), puis avancent vers le centre. Il en existe plusieurs types dont la tête inductive, la tête Magneto-Resistive et la tête Giant-Magneto-Resistive.

4.6.1. La tête inductive

La tête inductive est composée d'un seul électroaimant capable d'inscrire des informations sur la surface du disque.

En écriture, l'électroaimant est chargé soit positivement soit négativement, ce qui permet d'inscrire des 0 et des 1 sur les plateaux.

En lecture, elle crée un courant électrique lors du passage d'une zone magnétique à proximité de l'électroaimant (grâce à la rotation du disque) qui permet de voir les informations enregistrées sur le disque.

4.6.2. La tête Magneto-Resistive (MR)

La tête Magneto-Resistive utilise deux têtes de lecture : une pour l'écriture (une tête inductive) et une pour la lecture, une tête magnéto-résistive.

Pendant l'écriture, l'électroaimant est chargé soit positivement soit négativement, ce qui permet d'inscrire des 0 et des 1 sur les plateaux. Il agit donc de la même façon que pour la tête magnéto-résistive.

Lors de la lecture, la résistance électrique de la tête magnéto-résistive est modifiée et cela permet de voir les informations écrites sur le disque.

4.6.3. La tête Giant-Magneto-Resistive (GMR)

La tête Giant-Magneto-Resistive utilise une tête inductive pour l'écriture.

Pour ce qui concerne la lecture, on mesure les changements affectant la résistance électrique d'un élément placé aux abords du champ magnétique avec la mise en œuvre des matériaux en couches très minces. Le dispositif étant très sensible, on peut exploiter des traces magnétiques beaucoup plus petites.

5) Le partitionnement

5.1. Définition

Le partitionnement permet de découper un disque dur en plusieurs parties appelées partitions. Lorsqu'on effectue ce partitionnement avec le programme de partitionnement Fdisk, il se fait sur un nouveau disque car ce découpage provoque la perte des données présentes sur le disque, contrairement au programme Partition Magique qui n'engendre aucune perte.

5.2. Les partitions d'un disque dur

Les partitions d'un disque dur sont des disques virtuels possédant chacun leur propre système de fichier et leur propre taille. Elles servent entre autres à organiser les données et à permettre de placer plusieurs systèmes d'exploitation sur le disque.

Les informations qui caractérisent les différentes partitions sur un disque sont situées au début du disque dur dans un secteur appelé secteur d'amorçage maître (Master Boot Record ou MBR).

Le nombre de partitions est de quatre maximum. Une partition est caractérisée par un état : non active ou partition amorçable. Il en existe deux types : le type partition primaire ou étendue. Chaque type de partition possède un numéro de tête, de cylindre et de secteur ainsi que son emplacement.

On retrouve au minimum une partition primaire dans un disque dur et quatre maximum. Une seule partition primaire peut être rendue active; elle sera détectée par le BIOS et permettra de démarrer le pc sur le système d'exploitation installé sur le disque dur.

Une partition étendue est unique et ne peut pas être amorçable (ne peut pas contenir un système d'exploitation sur lequel on démarre l'ordinateur).

5.3. Pourquoi partitionner ?

Le partitionnement est utile pour l'installation de plusieurs systèmes d'exploitation sur le disque dur, pour une bonne organisation du disque, pour séparer le système et les données et ainsi éviter de toutes les perdre lors d'un crash. En effet, si l'une des partitions s'avère défectueuse, elle n'aurait pas d'impact sur les autres partitions.

5.4. Démonstration

Voici une vidéo qui vous montrera comment créer une nouvelle partition.
(Téléchargement disponible ici : <http://www.laboratoire-microsoft.org/d/?id=1905>)

6) La technologie RAID

6.1. Introduction

La technologie RAID (Redondant Arrays of Inexpensive (ou Independent) Disks ou ensemble redondant de disques bon marché ou indépendants) créée en 1987 par trois chercheurs de l'université de Californie (Berkeley) permet de constituer une et une seule unité de stockage à partir de plusieurs disques durs. Cette unité créée (nommée grappe) a une grande tolérance aux pannes et de grandes capacités et vitesses d'écriture. Cela permet d'augmenter la sécurité des disques durs et de fiabiliser les services qui y sont associés. Cette technologie possède plusieurs niveaux appelés niveaux RAID. Chaque niveau décrit la façon dont les données sont réparties sur le disque.

6.2. Les différents niveaux

6.2.1. Le niveau 0 : Striping

Le niveau RAID-0 ou striping (signifiant entrelacement par bande) sert à stocker les données en les répartissant sur les disques de la grappe. Chaque disque de la grappe possède un contrôleur, ce qui fait que la vitesse de transfert est élevée. L'inconvénient avec ce niveau de RAID c'est que si l'un des disques crashe, toutes les données réparties sur les disques seront perdues. Dans ce mode, les données sont écrites par bandes (stripes).

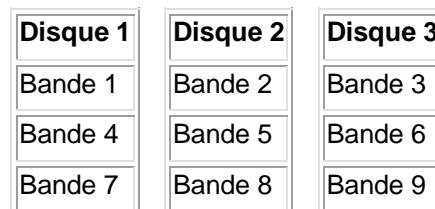


Illustration du RAID-0

Si un des disques de la grappe a une capacité moins importante, le plus grand des disques sera rempli uniquement par la capacité du disque le plus petit, c'est-à-dire que si un disque fait 10 Go et qu'un autre disque a une capacité de 27 Go, seuls les dix premiers gigas du deuxième disque seront utilisés.



Il est donc préférable de prendre des disques de même taille pour ce niveau pour éviter de se retrouver avec un disque non exploité totalement.

6.2.2. Le niveau 1

Le niveau 1 consiste à copier une même donnée sur chaque disque de la grappe. Cela permet de ne pas perdre les données lors du crash d'un des disques car elles sont copiées en plusieurs exemplaires. On parle donc de mirroring pour ce procédé.

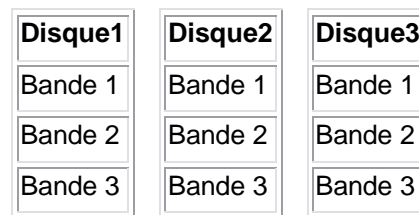


Illustration du RAID-1

Comme chaque disque possède son propre contrôleur, le serveur peut continuer à fonctionner même si l'un des disques crashe.

L'inconvénient de ce niveau c'est que seule la moitié des performances des disques est exploitée.

6.2.3. Le niveau 2

Le niveau RAID-2 est désuet car il utilise un contrôle des erreurs aujourd'hui directement implémenté dans les contrôleurs de disques durs. Ce procédé fonctionne à l'instar du RAID-0 en écrivant les bits de contrôle sur une unité à part, il possède un niveau de sécurité élevé mais peu de performances.

6.2.4. Le niveau 3

Le niveau 3 permet de stocker les données sous forme d'octets sur chaque disque avec un disque réservé pour le bit de parité.

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

Illustration du RAID-3

Si l'un des disques crashe, il est alors possible de reconstituer les données avec les autres disques. Le disque qui a crashé serait alors « remis en état ». Si deux disques venaient à crasher simultanément, il serait alors impossible de reconstituer les données.

6.2.5. Le niveau 4

Le niveau 4 est très proche du niveau 3 à la différence près que la parité se fait sur un secteur (ou bloc) et plus sur un bit.

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

Illustration du RAID-4

Pour lire un nombre de blocs peu important, le système peut accéder uniquement aux lecteurs physiques dans lesquels les données sont stockées.

Le disque possédant les données de contrôle doit avoir un temps d'accès égal à la somme des temps d'accès des autres disques pour ne pas limiter la performance de l'ensemble.

6.2.6. Le niveau 5

La parité du niveau 5 est répartie sur l'ensemble des disques de la grappe et ne se calcule plus sur un secteur. L'accès aux données est ainsi facilité et les performances sont excellentes.

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

Illustration du RAID-5

6.2.7. Le niveau 6

Le niveau 6 utilise deux fonctions de parité qu'il stocke sur deux disques dédiés. Ce niveau peut assurer la sauvegarde des données en cas de défaillance de deux disques en même temps. L'inconvénient est que la performance se trouve limitée et qu'il faut au minimum quatre disques pour mettre ce niveau en oeuvre.

6.2.8. Le niveau 7

Le niveau 7 met en oeuvre plusieurs disques de données en plus d'un ou plusieurs disque(s) de parité. C'est un microcontrôleur qui gère alors le contrôle des données, de la mémoire cache et le calcul de la parité. La vitesse de transfert est ainsi doublée par rapport aux autres niveaux RAID.

6.2.9. Le niveau 10

Le niveau 10 couple le niveau 0 utilisant le striping ainsi que le niveau 1 appliquant le mirroring. Ce niveau est le plus sûr et le plus rapide mais il est très onéreux, c'est pourquoi on l'utilise très peu.

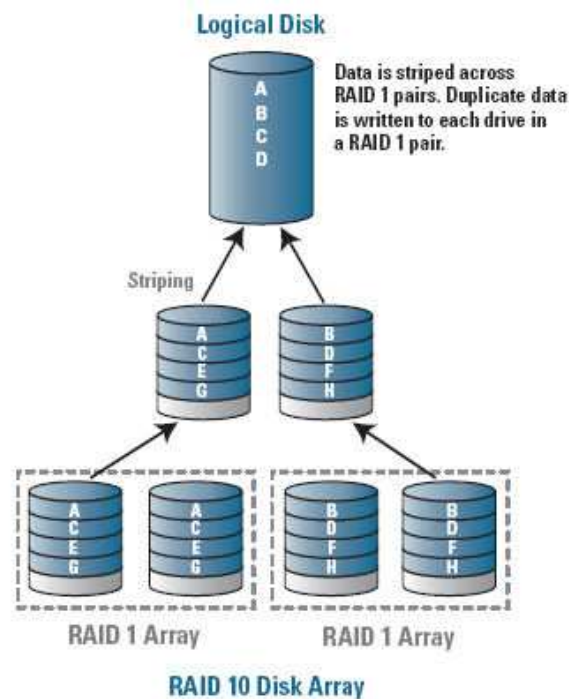


Illustration du RAID-10

6.3. Préférences

Parmi tous ces niveaux, on choisira de préférence les RAID-1 et RAID-5 pour différentes raisons.

Premièrement, tous deux ont un niveau de sécurité élevé. Lors de la défaillance d'un des disques, le RAID-1 copie les données disque à disque tandis que le RAID-5 reconstruit les données manquantes à partir des données présentes sur les autres disques.

Au niveau des performances, le RAID-1 est plus rapide que le RAID-5 lors des lectures mais beaucoup plus lent lors d'une écriture importante.

Enfin, le RAID-5 est plus approprié pour ce qui concerne la capacité car il possède un volume effectif allant de 80% à 90% de l'espace disponible. Le reste étant réservé au contrôle d'erreur. Le RAID-1 lui, ne possède que 50% utilisables sur le volume total. En effet, chaque donnée est copiée sur deux disques différents.

7) Les interfaces

7.1. Introduction

Une interface, parfois appelée contrôleur de disque ou BUS gère les échanges de données ainsi que les encodages entre le disque et le système. En fonction de l'interface utilisée, la vitesse de transfert sera différente ainsi que le taux de transfert des données. Le temps de transfert des données c'est la quantité de données (en Mo/s) pouvant être lues ou écrites sur le disque en un temps donné. Il existe plusieurs types d'interfaces.

7.2. Les différentes interfaces

7.2.1. L'interface ST-506/412

L'interface ST 506/412 a été mise au point dans les années 80 par Seagate. Elle fonctionne selon un principe identique à celle des PC XT d'IBM.

Ce lecteur ne dispose d'aucune autonomie de décision, toutes les opérations du disque sont en effet prises en charge par une carte contrôleur

Elle n'est plus du tout utilisée actuellement étant donné qu'elle implique une communication entre la carte mère et la carte contrôleur, entraînant des pertes de données et limitant le débit à un rythme plutôt lent, à savoir 5 Mo/seconde. Cette interface utilise les codages MFM ou RLL.

L'utilisateur devait également effectuer un certain nombre de réglages pour configurer l'accès au disque et des incompatibilités étaient fréquemment constatées.

7.2.1.1. Le codage des données

Les supports magnétiques sont des supports de stockage analogiques tandis que les données qui y sont enregistrées sont de type numérique. Elles sont donc écrites en binaire.

Il existe plusieurs types de codage pour les données. Voici les trois plus connus.

7.2.1.1.1. Codage FM

Le codage FM, Frequency Modulation ou Modulation de Fréquence est une ancienne technique de stockage des données. Elle était utilisée dans les premiers lecteurs de disquettes de faible densité et ne convient pas aux lecteurs de disquettes de haute densité d'aujourd'hui.

Dans cette technique de codage, deux signaux sont utilisés pour coder un « 0 » et un « 1 » et à chaque nouveau bit, il y a un changement de polarisation. Ce codage à été populaire jusque la fin des années 70 mais il n'est plus utilisé aujourd'hui.

7.2.1.1.2. Codage MFM

Le codage MFM ou Modulation de Fréquence Modifiée a été créé pour réduire le nombre d'inversions de flux utilisées par le codage FM. Ainsi, ce procédé utilise uniquement une cellule de transition d'horloge lorsque deux bits valant « 0 » se suivent.

Grâce à cela, la fréquence réelle de l'horloge est doublée par rapport à la fréquence de l'horloge du codage FM. Dans un même intervalle de temps, deux fois plus de données sont ainsi stockées. L'inconvénient est qu'il faut un contrôleur car le cadencage des flux doit être plus précis que dans le codage FM.

Ce codage constitue le standard du codage RLL utilisé pour les disques durs.

7.2.1.1.3. Codage RLL

Le codage RLL ou Rough Length Limited (codage à Longueur de Course Limitée) permet l'encodage de bits identiques et successifs qu'il considère comme des unités et qu'il combine pour obtenir des structures d'inversions de flux spécifiques, d'où un gain de place important.

Ce codage permet de doubler la capacité de stockage par rapport au codage MFM.

7.2.2. L'interface ESDI

L'interface ESDI (Enhanced Small Device Interface) est née au milieu des années 80 et est destinée à devenir le standard sur le marché des disques durs.

Elle comporte quelques améliorations substantielles par rapport à l'interface ST-506/412 dont le transfert d'électronique sur le disque dur lui-même, ce qui augmente en conséquence la fiabilité de ce dernier.

Certaines interfaces ESDI comportent des commandes étendues qui leur permettent de lire les paramètres de capacité d'un disque dur à partir du disque dur lui-même. C'est-à-dire que si vous installez un disque dur ESDI, vous pouvez vous trouver en présence d'un contrôleur qui lit automatiquement les paramètres de ce disque ainsi que les informations sur ses secteurs défectueux depuis le disque même.

L'interface ESDI pallie également à certains défauts constatés chez son prédécesseur étant donné qu'elle bénéficie d'un débit deux à trois fois supérieur à savoir de 10 à 15 Mo par seconde au lieu des 5 Mo/seconde antérieurs.

Mais l'interface IDE plus simple, plus rapide, moins chère et plus puissante a vite supplanté cette interface pourtant promue à un bel avenir.

7.2.3. L'interface IDE

L'interface IDE (Integrated Drive Electronics) apparue en 1986 est un terme générique s'appliquant à tous les disques durs comportant un contrôleur intégré. Son nom officiel est ATA (Advanced Technology Attachment). Cette technologie possède un mode de transmission en parallèle appelé P-ATA (Parallele Advanced Technology Attachment) et sera remplacé plus tard par un mode de transmission en série appelé S-ATA (Serial Advanced Technology Attachment)

L'électronique est directement intégrée au disque dur, rendant ainsi la carte contrôleur inutile. Le problème des pertes de données est donc résolu et la rapidité est accrue vu l'accélération de la communication de par la suppression des intermédiaires.



Aperçu d'un connecteur P-ATA et d'une nappe IDE

L'IDE permet donc, grâce à une nappe IDE de connecter différents périphériques de stockage sur les pcs, directement à la carte mère. Cette nappe est, en règle générale, composée d'une quarantaine de fils parallèles et de trois connecteurs servant à relier les périphériques entre eux.

Un périphérique dit « maître » (master) et un périphérique dit « esclave » (slave) doivent être définis.

Par principe, le connecteur situé à l'extrémité de la nappe est destiné au périphérique maître et celui du milieu est, quant à lui, réservé au périphérique esclave.

Cette relation de subordination entre les périphériques peut être établie automatiquement si le mode câble select (CS ou C/S) a été choisi à condition que le BIOS de l'ordinateur supporte cette fonctionnalité.

Dans le cas contraire, l'utilisateur doit instituer lui-même l'un des périphériques comme maître et l'autre comme esclave.

Cette interface présente tout de même quelques inconvénients étant donné que le mode de transmission en parallèle ne peut supporter des fréquences élevées vu les problèmes liés aux interférences électromagnétiques entre les différents fils.

Cet inconvénient majeur a été pallié lors du passage au nouveau système en série (S-ATA)

7.2.4. L'interface E-IDE

7.2.4.1. Présentation

L'interface E-IDE ou Enhanced IDE est une amélioration de l'interface IDE. Celle-ci est plus performante et permet de gérer des disques durs de plus grande capacité. Les contrôleurs EIDE utilisent deux protocoles de transmission : Le mode PIO et le mode DMA.

7.2.4.2. Le mode PIO

Le protocole PIO (Programmed Input/Output) permet de transmettre les données afin que les périphériques puissent les échanger avec la mémoire vive par l'intermédiaire de commandes gérées par le processeur. Mais le processeur est fortement ralenti lors de gros transferts de données.

7.2.4.3. Le mode DMA

Le mode DMA (Direct Access Memory) permet à chacun des périphériques d'accéder directement à la mémoire, libérant ainsi le processeur. Il existe deux sortes de DMA :

- Le DMA single word ou mot simple qui permet de transmettre un mot simple de 16 bits à chaque transfert.
- Le DMA multi-word ou mots multiples qui permet de transmettre successivement plusieurs mots à chaque session de transfert.

7.2.4.4. Le mode UDMA

Le mode UDMA ou Ultra DMA est une évolution d'un DMA traditionnel, mais spécifique au disque dur et au CD-ROM/DVD et constitue une amélioration de l'interface ATA qui transmet les données de façon asynchrone. Cela signifie que les envois sont cadencés à la fréquence du bus et se font à chaque front montant. Cependant, les envois de commandes et de données ne se font pas en même temps, c'est-à-dire qu'une commande ne peut pas être envoyée tant que la donnée n'a pas été reçue et inversement.

Ainsi, le mode UDMA utilise les fronts montants et descendants du signal pour que les transferts aient une vitesse maximale. L'Ultra DMA introduit un système de détection des erreurs de transmission appelé CRC (Cyclical Redondancy Check). Quand une erreur est détectée, le transfert passe dans un mode Ultra DMA inférieur ou sous UDMA.

7.2.4.5. Les normes ATA

Le standard ATA possède plusieurs versions ayant vu le jour successivement. On trouve aujourd'hui sept standards ATA.

L'ATA-1 aussi connu sous le nom d'IDE permet la connexion de deux périphériques sur une nappe de 40 fils permettant la transmission de données sous 8 ou 16 bits avec un débit de 8,3 Mo/s et une taille maximale de disque dur de 528 Mo. Ce standard définit et supporte les modes PIO et DMA.

L'ATA-2, EIDE, Fast ATA, Fast ATA-2 ou encore Fast IDE comporte les mêmes caractéristiques que le standard ATA-1 avec un débit de 16,6 Mo/s. Il permet le support des modes PIO et DMA avec en plus la possibilité de repousser la taille maximale de disque de la norme ATA-1 grâce au LBA (Large Addressing Address).

L'ATA-3 ou ATA Attachment 3 Interface est une révision de l'ATA-2 et apporte les améliorations suivantes : une meilleure fiabilité des transferts, une fonction d'amélioration de la fiabilité et de prévention des pannes appelée S.M.A.R.T (Technologie d'auto-surveillance, d'analyse et de rapport) ainsi qu'une fonction de sécurité empêchant l'utilisation du disque dur sur une autre machine grâce à un mot de passe codé dans le BIOS et dans le disque.

L'ATA-4 ou Ultra-ATA/33 a été créé en 1998. Il modifie le LBA pour pouvoir une capacité maximale des disques durs allant jusqu'à 128 Go

L'ATA-5 définit deux modes de transfert des données : l'Ultra DMA et propose la détection automatique des nappes utilisées (40 ou 80 fils).

L'ATA-6 établi en 2001 supporte l'Ultra DMA et permet d'atteindre un débit théorique allant jusque 100 Mo/s. Il propose une nouvelle fonctionnalité, à savoir, la possibilité d'ajuster automatiquement la vitesse d'accès au disque dur (supportant cette fonction) pour réduire le bruit lors du fonctionnement.

L'ATA-7 supporte l'Ultra DMA et permet d'atteindre un débit théorique de 133 Mo/s.

7.2.5. L'interface S-ATA

L'interface S-ATA ou Serial ATA qui succède l'Ultra DMA est un bus standard qui permet de connecter des périphériques hauts débits sur les pcs. Elle permet d'obtenir des débits supérieurs à ceux du P-ATA limité aux basses fréquences à cause des interférences magnétiques.



Aperçu d'un connecteur S-ATA et d'une nappe S-ATA

Elle possède 7 fils au lieu des 40 ou 80 fils présents dans le P-ATA, ce qui est très avantageux et beaucoup plus facile à brancher. Les câbles S-ATA sont plus fins et plus longs (ils peuvent aller jusqu'à un mètre de longueur tandis que les câbles P-ATA font au maximum 0,5 mètres). Cela améliore le flux d'air à l'intérieur des machines et permet l'intégration dans des systèmes plus petits.



Comparaison entre le câble PATA (à gauche) et SATA (à droite)

Il existe trois normes : S-ATA I, S-ATA II et S-ATA III qui se différencient par leur débit maximal théorique. Celui-ci peut aller jusqu'à 150 Mo/s dans le premier cas, jusqu'à 300 Mo/s dans le second et jusqu'à 600 Mo/s dans le troisième cas. Le S-ATA supporte le « branchement à chaud » (ou Hot Plug) donc, il n'est plus nécessaire d'éteindre le pc pour brancher les câbles.

Cette interface est basée sur une communication en série (bit à bit au lieu de paquets par paquets comme dans le P-ATA). Une voie de données sert à la transmission des données et une autre voie sert à la transmission d'accusés de réception. Ces données sont transmises via le mode de transmission LVDS (Low Voltage Differential Signaling) qui transfère un signal sur un fil et son opposé sur l'autre fil pour permettre au récepteur de reconstituer le signal par différence.

Comme dans les disques P-ATA, une vérification des erreurs de transmission (CRC) a lieu. Mais dans les disques S-ATA, cette vérification CRC est effectuée dans les données et dans les commandes, ce qui n'est pas le cas du P-ATA.

7.2.6. L'interface SCSI

7.2.6.1. Présentation

L'interface SCSI qui est de plus en plus adoptée par les constructeurs permet la connexion de plusieurs périphériques de genres différents sur un pc via une carte appelée adaptateur ou contrôleur SCSI.

En fonction du nombre de bits constituant la largeur du BUS SCSI, on peut connecter un certain nombre d'unités physiques. Le BUS SCSI constitue une unité de disque à lui seul donc, si le nombre de bits est de 8 (représentant 8 unités physiques), on peut connecter 7 périphériques. Cette interface peut gérer jusqu'à 31 unités physiques différentes.

Ce contrôleur agit de façon autonome c'est-à-dire que le transfert entre deux unités SCSI peut se faire sans faire intervenir l'unité centrale. Le SCSI utilise trois principes :

- * Le **disconnect-reconnect**
- * Le **tagged queuing**
- * Le **scatter gather**

Le **disconnect-reconnect** consiste à faire chevaucher les temps d'exécution lors d'une commande en lecture ou en écriture en déconnectant l'unité qui a reçu la commande de façon temporaire pour permettre au contrôleur d'exécuter une autre commande sur une deuxième unité.

Le **tagged queuing** permet de réorganiser des commandes reçues pour améliorer les temps de déplacements ou de sollicitations de l'unité SCSI.

Le **scatter gather** est utilisé pour regrouper les blocs mémoire à transférer en utilisant des pointeurs pour diminuer le nombre d'accès aux unités SCSI.

7.2.6.2. SCSI asymétrique et différentiel

Il existe deux types de bus SCSI :

-> Le **bus asymétrique** ou SE (Single Ended) qui est le type le plus répandu. Il est basé sur une architecture parallèle où chaque canal circule sur un fil. Cela le rend sensible aux interférences.

-> Le **bus différentiel** permet le transport des signaux sur une paire de fils. Chaque fil véhicule une tension opposée à l'autre pour compenser les perturbations électromagnétiques. Dans ce type de bus, on distingue le mode LVD (Low Voltage Différentiel ou différentiel basse tension) basé sur des signaux 3,3V et le mode HVD utilisant des signaux 5V.

7.2.6.3. Modèle d'un connecteur SCSI



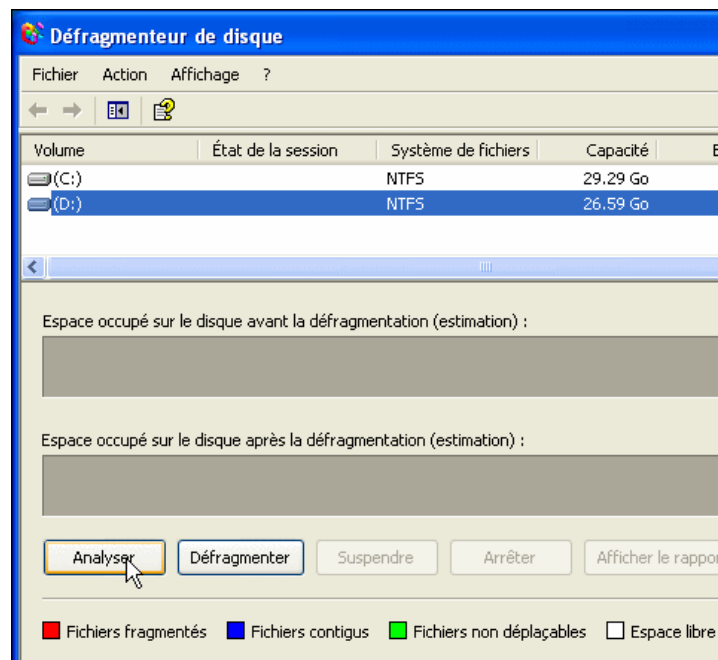
Aperçu d'un connecteur SCSI et d'une nappe SCSI

8) La défragmentation

A force de manipuler nos fichiers, de surfer sur le net et d'installer de nouveaux logiciels, les fichiers de données d'applications et nos documents sont éparpillés un peu partout dans le disque dur. C'est la fragmentation. Les accès aux fichiers et aux logiciels sont donc fort ralentis car le système d'exploitation doit aller rechercher chaque morceau de fichiers.

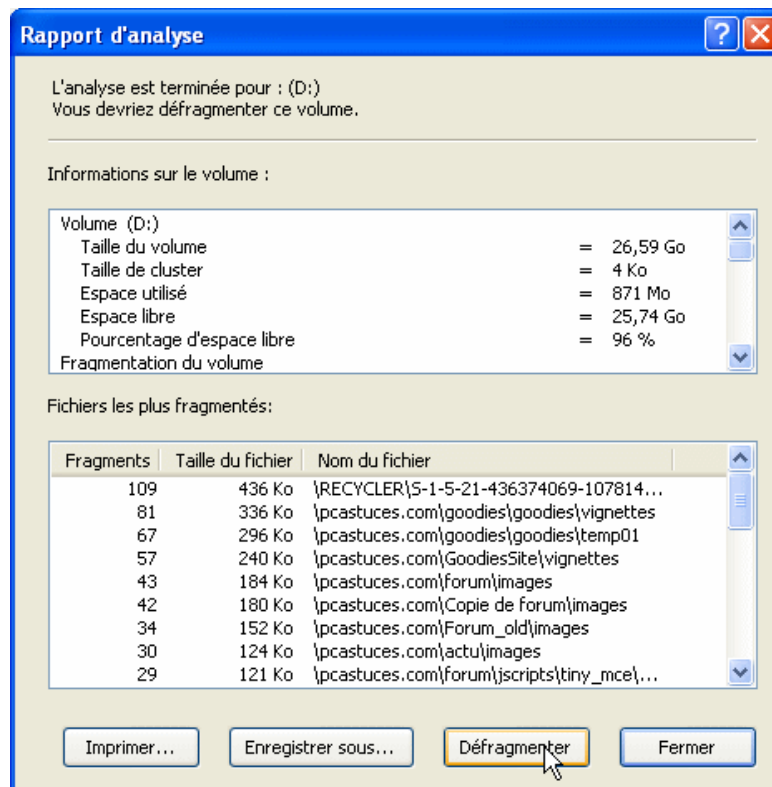
Pour éviter cela, il faut défragmenter notre disque dur et ainsi regrouper dans un même espace contigu toutes nos données et fichiers. Voici les différentes étapes à réaliser pour défragmenter un disque dur :

Premièrement, cliquez sur « outils système » dans la liste de tous les programmes de votre pc puis sur « défragmenteur de disque ». Dans la liste « volume », sélectionnez un disque et cliquez sur le bouton « analyser ». Le logiciel examine ainsi l'entièreté du disque.



Cliquer sur analyser pour que le logiciel examine le disque dur

Après cette analyse, le système d'exploitation précise si une défragmentation est nécessaire ou non.



L'OS indique si la défragmentation est nécessaire ou non

Après quelques heures, le disque dur est défragmenté et l'accès aux fichiers et aux données est de nouveau plus rapide.

9) Comment choisir son disque dur ?

Le disque dur permet le stockage de toutes vos données aussi, il est très important de vérifier plusieurs critères avant d'en acheter un. Bien que la capacité soit importante, il y a d'autres éléments qui déterminent la performance d'un disque dur et qu'il ne faut pas négliger : la vitesse de rotation, l'interface et la taille de la mémoire cache.

La vitesse de rotation est l'élément le plus important. Un disque dur d'une vitesse de 5400 tr/min sera plutôt utilisé pour stocker les fichiers mais pas de système d'exploitation ni de logiciel car il ne serait pas assez rapide.

Les disques dur à 7200 tr/min sont idéaux pour y loger un système d'exploitation et des logiciels.

Pour les manipulations ou les retouches fréquentes de photographies numériques ou le montage vidéo, un disque à 10 000 tr/min est mieux adapté. Les chargements sont très rapides et le système complet s'en trouve accéléré.

Le problème c'est que plus on prend un disque dur possédant un temps de rotation rapide, plus son prix est élevé.

Le prix d'un disque dur varie beaucoup en fonction de son interface. L'interface que vous choisirez dépendra alors de l'utilisation que vous voudrez en faire. Ainsi, si vous cherchez une interface surtout destinée aux serveurs ou machines professionnelles, il faudra plutôt orienter votre choix vers une interface SCSI qui est plus onéreuse mais très performante.

La taille de la mémoire cache influe directement sur la vitesse de lecture et le temps d'accès en lecture séquentielle (lecture de nombreux petits fichiers). Dans tous les cas un disque doté de 8 Mo de mémoire cache est préférable.

Après avoir vérifié ces trois points, il faut vérifier les performances réelles, c'est-à-dire, le taux de transfert ainsi que le temps d'accès.

Le taux de transfert est la vitesse à laquelle les données sont lues ou écrites en Mo/s. Plus il est élevé, plus le disque dur sera rapide.

Le temps d'accès, c'est le temps que mis par le disque dur pour accéder aux données. Il est exprimé en millisecondes et plus il est petit, plus le disque dur sera rapide.

10) Aperçu de disques durs disponibles dans le commerce

Voici quelques exemples de disques durs vendus actuellement dans le commerce :



EXCELSTOR
Technology

Informations Générales

- * Type de produit : Disque dur interne
- * Marque : Excelstor
- * Caractéristiques techniques : Capacité non formatée, 80 Go
- * Vitesse de rotation : 7200 trs/min
- * Interface : Serial ATA 300
- * Mémoire cache : 8 Mo
- * Temps d'accès moyen : 8.9 ms
- * Compatible avec les cartes mères supportant l'interface Serial ATA 300
- * Garantie : Garantie standard (3 ans)
- * Prix : 29,99 €



Informations Générales

- * Type de produit : Disque dur interne
- * Marque : Western Digital
- * Caractéristiques techniques : Capacité non formatée, 160 Go
- * Vitesse de rotation : 7200 trs/min
- * Interface : Serial ATA II
- * Mémoire cache : 8 Mo
- * Temps d'accès moyen : 8.9 ms
- * Garantie : Garantie 3 ans
- * Prix : 45,99 €



Informations Générales

- * Type de produit : Disque dur interne
- * Marque : Western Digital
- * Caractéristiques techniques : Capacité non formatée, 160 Go
- * Vitesse de rotation : 7200 trs/min
- * Interface : Serial ATA II
- * Mémoire cache : 2 Mo
- * Temps d'accès moyen : 8.9 ms
- * Garantie : Garantie 3 ans
- * Prix : 40,99 €



Informations Générales

- * Type de produit : Disque dur interne IDE pour ordinateur portable
- * Marque : Samsung
- * Caractéristiques techniques : Capacité non formatée, 160 Go
- * Vitesse de rotation : 5400 trs/min
- * Interface : S-ATA 150
- * Mémoire cache : 8 Mo
- * Temps d'accès moyen : 12 ms
- * Garantie : Garantie 3 ans
- * Caractéristiques physiques : épaisseur : 9,5 mm
- * Prix : 43,99 €



Informations Générales

- * Type de produit : Disque dur interne IDE
- * Marque : Hitachi
- * Caractéristiques techniques : 250 Go
- * Vitesse de rotation : 7200 trs/min
- * Interface : UDMA 133
- * Mémoire cache : 8 Mo
- * Garantie : Garantie 3 ans
- * Prix : 46,99 €



HITACHI
Inspire the Next

Informations Générales

- * Type de produit : Disque dur interne
- * Marque : Hitachi
- * Caractéristiques techniques : 500 Go
- * Vitesse de rotation : 7200 trs/min
- * Interface : Serial ATA II
- * Mémoire cache : 16 Mo
- * Garantie : Garantie 3 ans
- * Prix : 49,99€



Seagate 

Informations Générales

- * Type de produit : Disque dur interne
- * Marque : Seagate
- * Caractéristiques techniques : 500 Go
- * Vitesse de rotation : 7200 trs/min
- * Interface : Serial ATA II
- * Mémoire cache : 32 Mo
- * Garantie : Garantie 5 ans
- * Prix : 60,99 €



Transcend

Informations Générales

- * Type de produit : Disque dur interne SSD
- * Marque : Seagate
- * Caractéristiques techniques : 32 Go, faible consommation d'énergie
- * Garantie : Garantie 2 ans
- * Prix : 69,99 €

11) Le successeur potentiel du disque dur magnétique

Suite aux avancées technologiques en informatique, le disque dur semble ne plus être la meilleure solution pour stocker les données. En effet, il est assez fragile et sa taille ne peut pas être minimisée au maximum à cause du système mécanique en rotation.

Samsung a donc lancé l'idée d'un Solid State Drive ou SSD, en français lecteur à l'état solide pour remplacer la mécanique des disques durs HDD par de la mémoire flash. Le terme anglais « Solid State » désigne un appareil à semi-conducteurs, cela signifie que le SSD ne possède pas de pièces mobiles.

Un SSD possède plusieurs avantages par rapport aux disques durs magnétiques. D'abord, il n'est plus question d'usure mécanique puisque qu'il n'y a plus de plateaux tournants ni de bras de lecture mobile ; il présente donc une meilleure résistance aux chocs. Le SSD fait moins de bruit durant son fonctionnement qu'un disque dur traditionnel (excepté lors d'une forte activité du lecteur où l'on entend un léger soufflement) mais ça ne peut que s'améliorer. Le temps d'accès aux données est fortement réduit (il passe de 13ms voire plus à une demi-milliseconde. Il consomme peu de ressources électriques (0,1Watt en veille et 0,9 lors d'une forte activité). Enfin, la fragmentation n'a aucun effet sur le SSD.

Le SSD présente un inconvénient majeur par rapport au disque dur magnétique, c'est son prix.

12) Conclusion

Lors de cet exposé, vous avez découvert ou redécouvert ce qu'est un disque dur, qu'il est constitué de plateaux, de pistes, de secteurs et de têtes permettant de lire et d'écrire sur le disque. Je vous ai montré les trois types de têtes existantes : la tête inductive, la tête Magneto-Resistive, et la tête Giant-Magneto-Resistive. Vous avez vu que son rôle est de conserver les données de façon permanente, que son évolution continue au fil du temps et qu'il vaut mieux créer des partitions afin de limiter les dégâts lors d'un crash.

Je vous ai montré les différents niveaux du RAID qui nous permettent de sauvegarder nos données sur un disque dur de différentes façons afin de n'en perdre aucune. Les niveaux préférentiels étant le RAID-5 et le RAID-1 principalement pour leur niveau de sécurité élevé. Je vous ai parlé des différentes interfaces : l'interface ST 506/412 et ses types de codages, les interfaces ESDI et IDE. L'interface E-IDE et ses différents modes. L'interface S-ATA ainsi que l'interface SCSI avec l'explication de la différence entre SCSI asymétrique et différentiel. Je vous ai expliqué la façon de défragmenter un pc pour le rendre plus rapide et plus performant. Je vous ai donné différents critères pour vous aider à choisir un disque dur et je vous ai montré un petit aperçu des disques durs en vente dans nos commerces. Enfin, je vous ai présenté le potentiel successeur du disque dur magnétique.

13) Bibliographie, sitographie

Personnes :

Mr Dedecker (fourniture des disques durs pour portables et disque dur SATA)
Christopher Vanoosthuyse (fourniture du disque dur PATA)

Sources écrites :

Cours de micro-ordinateurs de première informatique
Travail sur les disques durs de Jean-Marc Giudicelli
Travail sur les disques durs de Geoffrey Nimal

Sites :

- <http://www.commentcamarche.net>
- <http://www.bestofmicro.com/guide/savoir-Cartes-contrôleur,5-aWRHdWlkZT02OSZpZENsYXNzZXVyPTExOA==.html>
- <http://www.commentcamarche.net/pc/scsi.php3>
- http://fr.wikipedia.org/wiki/Disque_dur
- <http://jmg.over-blog.com/article-21745463.html>
- <http://www.clubic.com/article-39236-1-50-ans-disque-dur-petit-historique.html>
- <http://www.hesit.be/files/info/2/1085817756-Les%20lecteurs%20de%20disquettes.pdf>
- http://www.teaser.fr/~spineau/acrodic/index.php?KW=RLL-Run_Length_Limited&NDFIC=001684&INDEX=a018&IDBT=100&PHPSESSID=d2090a4c6
- http://www.ulb.ac.be/inforsciences/pdscd2006/docs/phys_disque1.pdf - « printemps des sciences 2006 – Bruxelles »
- http://www.ac-nancy-metz.fr/services/tec/le_disque_dur.htm
- <http://www.commentcamarche.net/protect/raid.php3>
- <http://jpeducasse.free.fr/disquedur/disque.html>
- <http://actumultimedia.unblog.fr/files/2008/05/30/300pxharddriversfrsvg.png>
- <http://actumultimedia.unblog.fr/files/2008/05/30/300pxdd1.png>
- <http://actumultimedia.unblog.fr/tag/culture-info/tout-sur-le-hardware>
- <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/d/d7/Dd2.png/300px-Dd2.png>
- <http://www.ldlc.ch/articles/AL00000171-3/guide-les-disques-durs.html>
- <http://actus.rueducommerce.fr/index.php/2005/09/01/1867-le-guide-des-disques-durs>
- http://fr.wikipedia.org/wiki/Solid_State_Drive
- <http://hackas2005.ifrance.com/images/>

- disque_dur_plateau_fonctionnement.gif*
- http://graphics.adaptec.com/us/TT_SA/RAID-10.jpg
 - <http://www.laboratoire-microsoft.org/d/?id=1905>
 - <http://www.technidoc.uqam.ca/harddisk.nsf/Informations?OpenPage>
 - <http://www.ldlc.be/articles/AL00000171-3/guide-les-disques-durs.html>
 - http://www.onversity.net/cgi-bin/progarti/art_aff.cgi?Eudo=bgteob&P=a0502
 - http://www.optionplus.com/index.php?langue=fr&page=notes_sata&menu=nt
 - <http://www.ginjfo.com/Publics/Dossiers/Performances-des-interfaces-SATA-et-PATA-101-Disquesdurs.jpg.html>
 - <http://worldserver.oleane.com/heissler/interface/ide/interface4.html>
 - <http://www.commentcamarche.net/contents/pc/ide-ata.php3>
 - <http://international.cdiseout.com/informatique/achat-pc/v-500000010736-10736.html>
 - <http://baptiste-wicht.developpez.com/tutoriel/hardware/choix/hdd/>
 - <http://www.choixpc.com/disquedu.htm>
 - http://www.en1heure.com/disque_dur.php

