

Le disque dur

Table des matières

- Historique
- Définition d'un disque dur
- Principes mis en œuvres pour le périphérique
- Structure physique du disque dur
 - Les plateaux
 - Les pistes
 - Les secteurs
 - Les clusters
 - Les têtes de lecture/écriture
 - La coque de glissement des têtes
 - Le positionneur de têtes
 - Les cartes logiques
- La gestion du système de fichier
 - La table d'allocation de fichier
- Le partitionnement
 - Les types de formatage
 - Le formatage bas niveau
 - Le formatage haut niveau
 - Le partitionnement
- Les interfaces
 - L'interface ST 506-412
 - L'interface ESDI
 - L'interface IDE
 - L'interface SCSI
- Le codage des données
 - Le mode de codage FM
 - Le mode de codage MFM
 - Le mode de codage RLL
- Installation d'un disque dur
- Liste de prix actuels
- Bibliographie

Historique

- **1956** : Le premier disque dur a vu le jour dans les laboratoires d'IBM. Cet ancêtre du disque dur s'appelait le 305 Rmac. Il occupait le volume d'une grosse armoire pour une capacité de 5 Mo avec un débit de transfert de 8,8 Ko par seconde.
Il était constitué de 50 disques de 61 cm de diamètre.
Il révolutionna l'industrie informatique.

- **1973** : IBM inventa le disque dur de type Winchester, c'est-à-dire où la tête plane au-dessus de la surface du disque sans la toucher, et où tous les composants du disque sont enfermés hermétiquement dans une même boîte (avant cette invention, les têtes de lecture frottaient contre les plateaux).

- **1979** : La société Seagate (fondée par Alan Shugart, un des concepteurs du Rmac) proposait un disque dur d'également 5 Mo mais avec un prix plus abordable.

- **1994** : Début de l'interface ATA. (Débit : 3,33 Mo/s).

- **1999** : Commercialisation des disques durs ATA33 (débit : 33,3 Mo/s).

- **2000** : Commercialisation des disques durs ATA100 (débit : 100 Mo/s).

- **2002** : Western digital sort un disque ATA100 d'une capacité de 200 Go (7200 Tr/min).

- **2002** : Début de la commercialisation de l'interface Serial ATA

- **2002** : Seagate sort un disque SATA150 d'une capacité de 120 Go (7200 tr/min).

Définition

Le disque dur est le support de stockage vital de nos PC.

Il est constitué de plusieurs plateaux de forme circulaire en aluminium ou en verre. Contrairement aux disquettes, ces plateaux ne sont absolument pas flexibles, d'où le nom de disque dur.

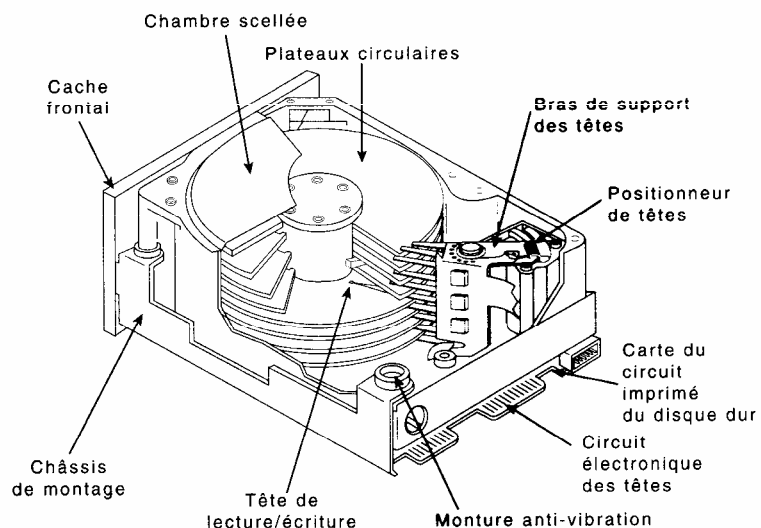
La lecture et l'écriture se font grâce à des têtes situées de part et d'autre de chacun des plateaux. Ces têtes sont des électroaimants qui se baissent et se soulèvent (elles ne sont qu'à quelques microns de la surface, séparées par une couche d'air provoquée par la rotation des disques) pour pouvoir lire l'information ou l'écrire. Ces têtes peuvent balayer latéralement la surface du disque pour pouvoir accéder à toute la superficie du disque.

Attention, ce mécanisme est extrêmement sensible aux chocs en cours de fonctionnement.

Tout contact d'une tête avec la surface provoque une altération de l'état de surface rendant généralement le disque inutilisable et provoquant ainsi la perte de toutes les données stockées sur le disque dur.

1. Principes physiques mis en œuvre pour le périphérique.

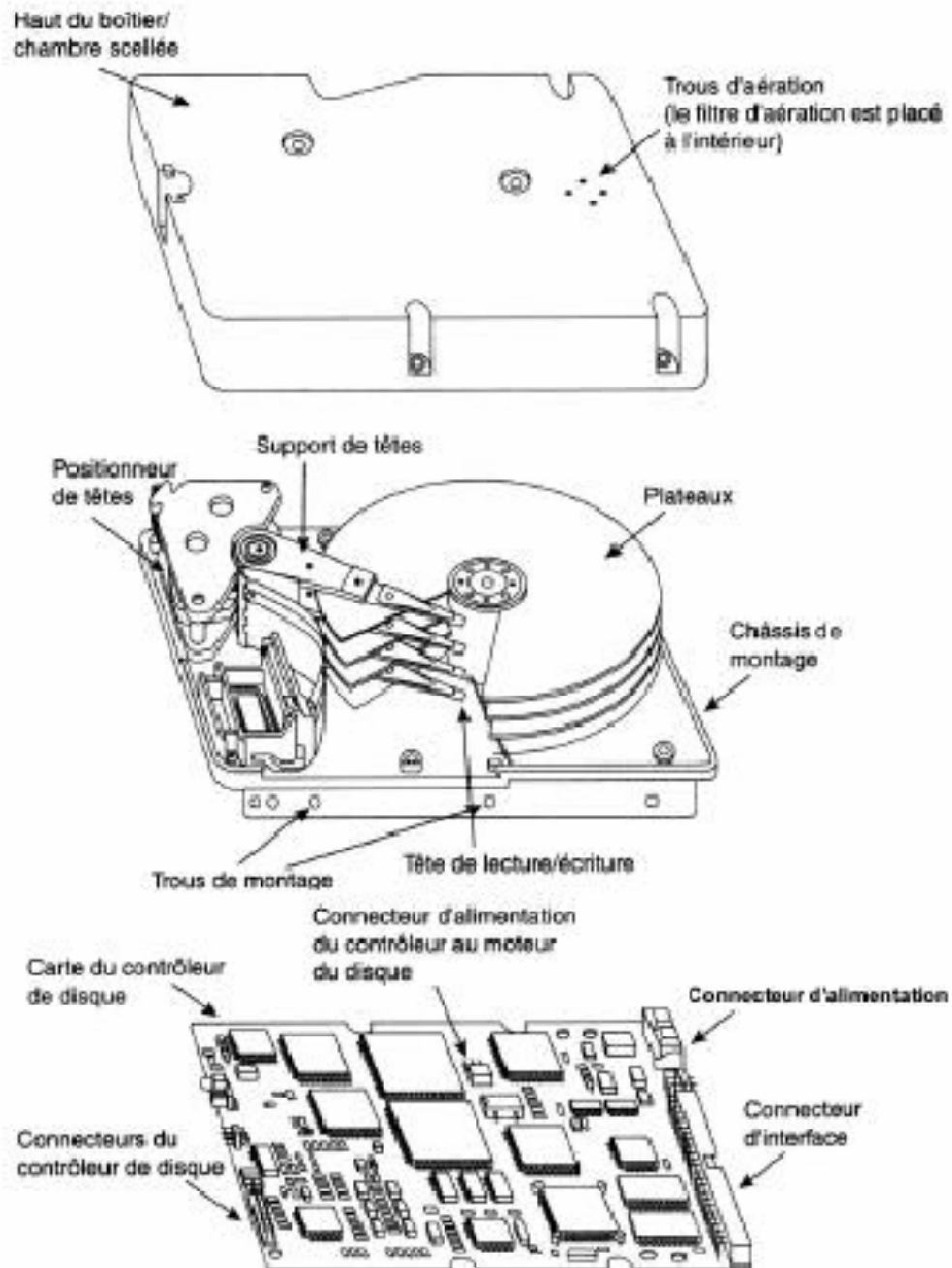
Il existe aujourd'hui un grand nombre de modèles de disques durs sur le marché mais ils sont pour la plupart conçus selon le même principe. Leurs composants peuvent certes être agencés différemment, mais le principe de fonctionnement de la plupart des disques n'en demeure pas moins similaire.



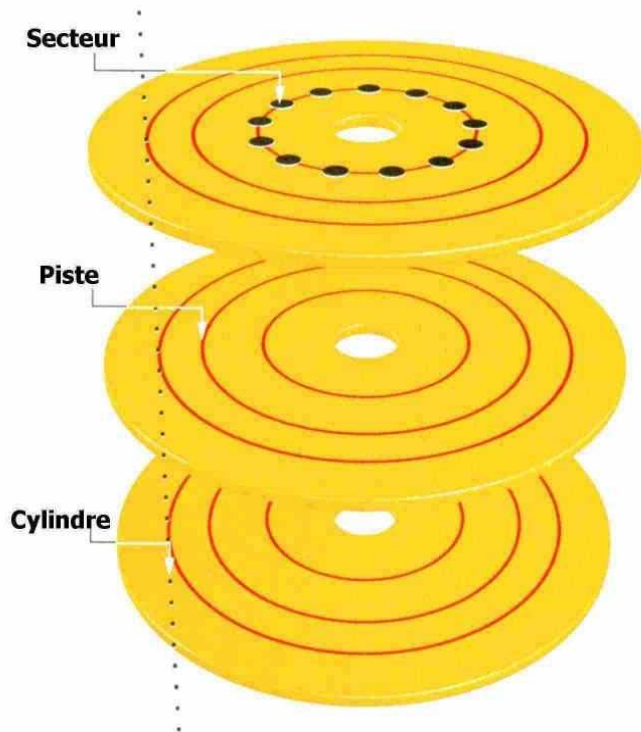
Un disque dur classique est constitué de plateaux, de têtes de lecture/écriture, d'un positionneur de têtes, d'un moteur rotatif, d'une carte logique, de câbles et connecteurs et d'éléments de configuration (cavaliers ou interrupteurs)

1.1. Structure physique du disque dur.

Un disque dur est principalement constitué d'une superposition de plateaux qui contiennent un certain nombre de pistes. Ces pistes sont divisées en secteurs. Toute cette structure est contenue dans une chambre scellée la protégeant de tout facteur de détérioration extérieure.



1.2. Les plateaux.



Ce sont des disques qui déterminent la taille du disque dur (les données sont écrites sur les 2 faces du disque).

Le format le plus répandu dans les pc est le 3 ½ pouces (pour les ordinateurs de type desk top).

Pour les portables, la taille la plus courante est le format 2 ½ pouces.

Malgré leur plus petite taille, la capacité de ces disques n'en est pas pour le moins réduite. En effet, ils peuvent contenir plus de 40 Go de données. Cette capacité est atteinte en optimisant la densité des données sur le disque. Les disques étant de taille réduite grâce à leurs plateaux, il en découle un gain de place, ce qui n'est pas négligeable dans les ordinateurs portables.

Ces disques ont un autre avantage : ils sont plus robustes et cela est dû à leur taille plus compacte.

Les plateaux de disques durs ont dû évoluer en même temps que tout autre élément constituant un pc. D'abord fabriqués en aluminium (avantages : légèreté et robustesse), ils se sont peu à peu faits remplacer par des disques de verre ou de composite de céramique de verre.

Ces derniers présentent des avantages indéniables.

Premièrement, ils sont bien plus rigides que les disques en aluminium, ce qui permet aux fabricants de réduire leur épaisseur de moitié (d'où un gain de place et de matière).

Deuxièmement, ils sont beaucoup moins sensibles aux variations thermiques : les fluctuations de température ont beaucoup moins d'impact sur eux. En résulte des contractions ou des dilatations très limitées. Ces plateaux ont remplacé ceux

en aluminium sur la majorité des disques durs conçus par les fabricants en tête de liste du marché.

La plupart des disques durs sont composés de deux ou trois plateaux, ce nombre étant limité par la hauteur maximale de la chambre scellée, et donc du disque dur.

Les plateaux décrits ci-dessus ne pourraient toutefois pas être utiles dans le codage de l'information car le support n'est pas magnétique.

Les fabricants recouvrent alors les plateaux d'une fine couche magnétique d'enregistrement.

Cette couche est divisée en deux types principaux :

- *la couche oxyde* : comme son nom l'indique, le matériau réactif utilisé est l'oxyde de fer. Un sirop contenant des particules d'oxyde de fer est versé au centre du plateau puis étalé vers la périphérie (par la force centrifuge). Cette couche est ensuite séchée, nettoyée puis recouverte d'une autre couche d'un matériau protecteur et lubrifiant. On obtient ainsi une couche de 0,12 micromètres.
- *la couche à film fin (ou couche plaquée ou projetée)*. Elle est plus dure, plus fine et plus homogène. Elle a été créée pour pouvoir répondre aux nouvelles exigences, c'est-à-dire une couche d'enregistrement haute performance sur laquelle les têtes présentent une hauteur de flottement moins élevée, ce qui permet d'augmenter la densité de l'information codée sur une piste. Cette couche est déposée sur le plateau à l'aide d'un mécanisme d'électroplaquage ou alors, les bords du plateau sont recouverts d'une couche de phosphore nickelé puis ensuite l'alliage est projeté par dépression d'air. Le disque d'aluminium est ensuite plongé dans divers bains qui le recouvrent de plusieurs couches métalliques dans le cas du plaquage et recouvert par une nouvelle opération de plaquage d'une couche protectrice de carbone très dure dans le cas où la couche est projetée. La nécessité de disposer d'une dépression d'air d'une régularité absolue rend cette opération très coûteuse.

La technologie du film fin a donc de nombreux avantages :

Premièrement, la hauteur de flottement des têtes au dessus des pistes s'en trouve bien réduite (environ 0,075 micromètres), ce qui permet un codage des données plus dense tout en utilisant une amplitude de signal plus élevée (moins de risque d'altérer les données voisines) et donc de réduire

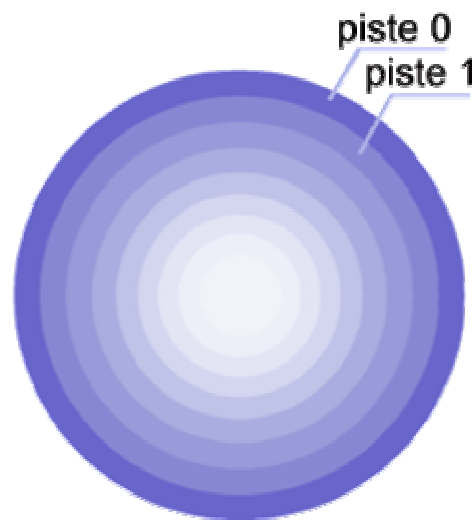
le rapport signal/bruit.

Deuxièmement, la solidité des plateaux, due aux couches extrêmement dures, accroît considérablement la durée de vie du disque dur, même en cas de contact avec les têtes à haute vitesse.

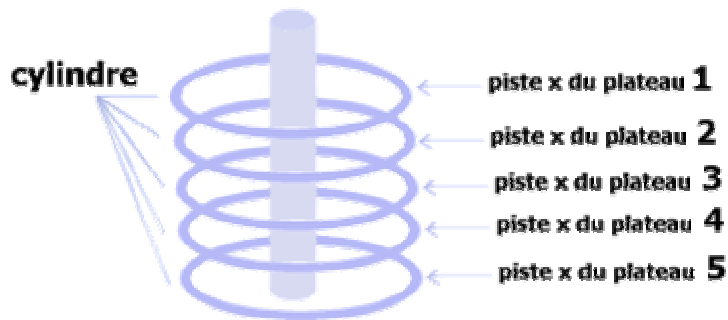
1.3. Les pistes

Les pistes sont une division du plateau en cercles concentriques. La piste la plus à l'extérieur du plateau porte le numéro 0 et celle la plus rapprochée du centre porte le numéro correspondant au nombre de pistes.

Plus le nombre de pistes est important, plus la densité de données est élevée et plus la capacité du disque est grande.



Comme les têtes de lecture/écriture se déplacent en même temps, il est plus simple et surtout plus rapide, pour le codage de données sur ces pistes, d'écrire sur toutes les mêmes pistes des différents plateaux que de remplir un plateau à la fois. Cet ensemble de piste portant un numéro identique sur des plateaux différents est appelé cylindre.



1.4. Les secteurs

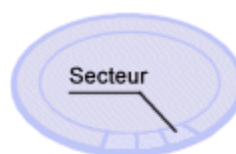
Une piste est trop vaste pour être considérée comme une unité de stockage. C'est pourquoi on les divise en secteurs. Un secteur est capable de mémoriser 512 octets.

Le nombre de secteurs par piste peut varier de 17 à 100. Lorsqu'un disque dur est formaté, des zones supplémentaires sont ajoutées (ce sont des ID). Ces zones permettent au contrôleur de gérer les zones de données par secteur.

Ces ID correspondent de façon logique à la différence entre la capacité d'un disque dur formaté et non formaté.

Les 512 octets que peut contenir un secteur correspondent à la capacité de données que l'on peut coder sur un secteur. On y ajoutera 59 octets de l'ID par secteur. Ce nombre peut varier selon le disque.

La numérotation des secteurs commence à 1.

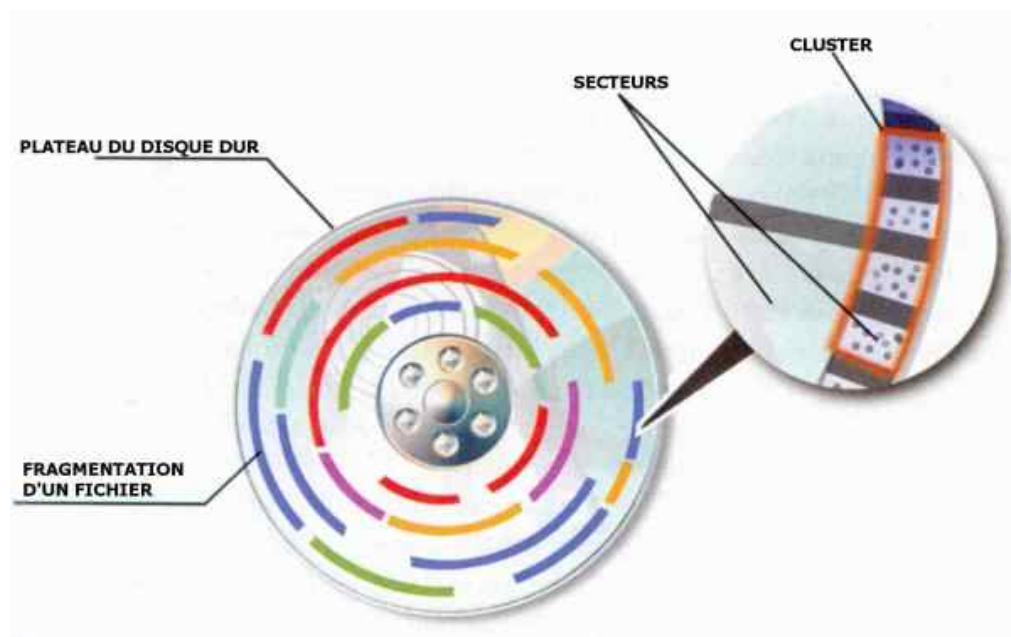


1.5. Les clusters

Un cluster correspond à la zone minimale que peut occuper un fichier sur le disque dur. La taille des clusters dépend du volume du disque dur et du choix de la FAT. Le choix de la fat se fait par le system d'exploitation choisi.

Windows 95 = FAT16 ; Windows 98 = FAT32 ; Windows 2000/Xp = NTFS.

Exemple, un disque dur de 1 Go formaté en FAT16 possède des unités d'allocation de 32 Ko chacun. Ainsi un petit fichier de 12 Ko occupera la totalité du cluster. En effet un cluster utilisé par un fichier, même partiellement, est considéré comme plein en écriture. Dans ce cas la perte est de 20 Ko qui deviennent inutilisables. En FAT32 le cluster ne fait plus que 4 Ko. Ainsi notre fichier de 12 Ko utilise 3 clusters au lieu d'un mais il n'y aura pas de perte de capacité sur le disque dur. Cependant un fichier de plusieurs Mo est inévitablement découpé en petits morceaux. De plus l'ordinateur enregistre ces segments de données là où il y a de la place. Un programme peut ainsi être disséminé sur tout le disque dur. C'est ce que l'on appelle la fragmentation. Cette fragmentation entraîne une perte de vitesse de lecture due aux nombreux mouvements effectués par les têtes. C'est pour cela qu'il faut régulièrement utilisé un logiciel de défragmentation qui va "recoller" côte à côte les différents clusters d'un même programme de façon à accélérer sa vitesse de lecture.

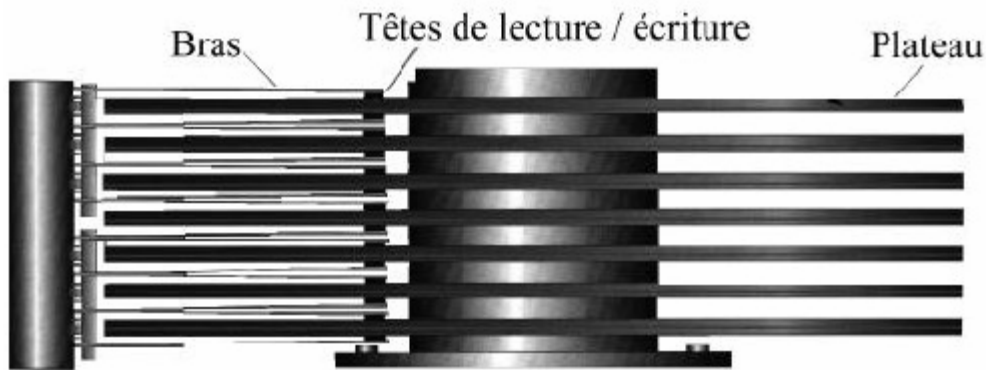


1.6. Les têtes de lecture/écriture

Les têtes de lecture/écriture sont dites « inductives », c'est-à-dire qu'elles sont capables de générer un champ magnétique. Chaque disque dur comporte une tête de lecture/écriture par face de plateau et elles se déplacent simultanément sur ces plateaux.

Les têtes commencent à inscrire des données à la périphérie du disque (de la piste 0 en allant vers l'intérieur).

Chaque tête est fixée à un bras de support soumis à la pression d'un ressort. De ce fait, les plateaux sont soumis à la pression des deux têtes qui y prennent appui de part et d'autre. Pratiquement, un bras se trouvant entre deux plateaux porte deux têtes de lecture/écriture.



Lorsque le disque est hors tension, les têtes reposent sur les plateaux. Par contre, lorsque le disque sous tension, il tourne à pleine vitesse et une dépression se crée sous ces têtes qui s'élèvent très légèrement au-dessus des plateaux.

Cette distance a évolué avec le temps :

Au début des années 1960, la distance de flottement pouvait atteindre 7,5 micromètres. De nos jours, il faut compter une distance de flottement avoisinant les 0,012 micromètres. Ce chiffre minime entraîne une densité plus élevée des plateaux. On pourrait traduire la densité comme étant le nombre de bits par pouce carré. Donc qui dit densité plus élevée, dit plus de données par plateaux, donc plus grande capacité de stockage.

Ces petites distances obligent l'utilisateur à manipuler son disque dur avec soin, car, lorsque le disque dur tourne à pleine vitesse, le moindre choc provoquerait un écrasement des têtes contre le plateau et s'ensuivrait une perte de données.

La moindre petite poussière peut être fatale. C'est pourquoi, un disque dur en panne ne sera presque jamais réparé.

Les techniques utilisées pour fabriquer les têtes ont changé au fil du temps pour devenir de moins en moins encombrantes. On dénombre 4 types de têtes de lecture/écriture :

- Ø La tête en ferrite.
- Ø La tête à cavité métallisée.
- Ø La tête à film fin.
- Ø La tête à résistance magnétique.

1.7. La coque de glissement des têtes

La coque de glissement est l'élément qui porte la tête. Cette coque flotte au-dessus de la surface du plateau et ajuste l'écart qui sépare la tête du plateau pour optimiser la lecture et l'écriture.

Dans les années 1960, le disque dur de 30 Mo lancé par IBM comportait une coque de glissement de 0,40 x 0,32 x 0,08 cm. De nos jours les coques sont de l'ordre du nanomètre, ce qui permet de réduire le poids supporté par l'extrémité du bras positionneur de têtes ainsi que la durée du temps d'accélération, de décélération et de recherche. Leur taille réduite permet également de réduire la surface dont elles ont besoin pour se poser sur les plateaux et d'accroître la surface utilisable sur les plateaux.

1.8. Le positionneur de têtes

Le positionneur de têtes déplace les têtes sur le disque et les positionne sur le cylindre désiré.

On peut classer les positionneurs de têtes en deux grandes catégories :

- Ø Les positionneurs à moteur pas à pas
- Ø Les positionneurs à bobine

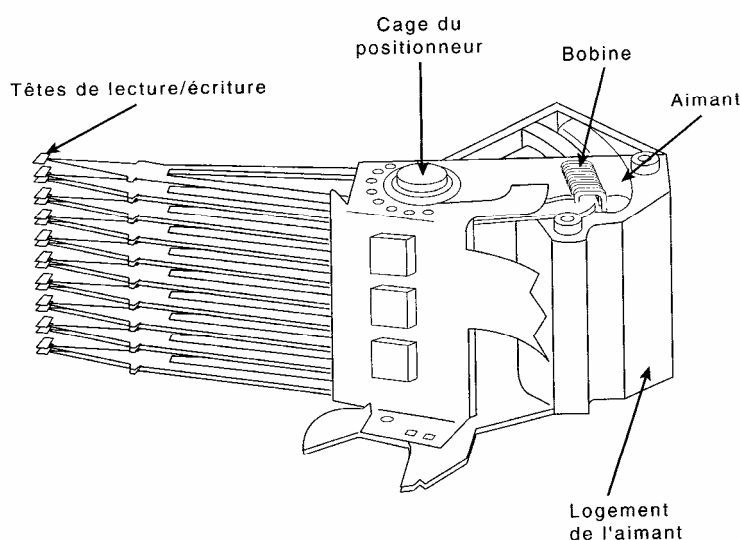
Différentes caractéristiques sont à prendre en compte : la précision, la sensibilité à la température,...

Caractéristiques	Moteur pas à pas	A bobine
<i>Vitesse d'accès</i>	Longue	Courte
<i>Influence de la température</i>	Très grande	Non
<i>Stationnement automatique des têtes</i>	Rare	Oui
<i>Sensibilité au positionnement</i>	Oui	Non
<i>Entretien préventif</i>	Formatage périodique	Aucun
<i>Fiabilité générale</i>	Médiocre	Excellente

On remarque que les positionneurs à moteur pas à pas ont de nombreux inconvénients.

Sur certains disques durs à positionneur de tête à moteur pas à pas, les têtes se posent automatiquement sur les plateaux lorsque le disque n'est plus sous tension mais c'est très rare. Tandis qu'avec les positionneurs à bobine, les têtes se parquent automatiquement lorsque le disque n'est plus sous tension. Ce parquage se fait à un endroit du plateau où il n'y a pas de données afin d'éviter une perte de données suite à l'atterrissage des têtes.

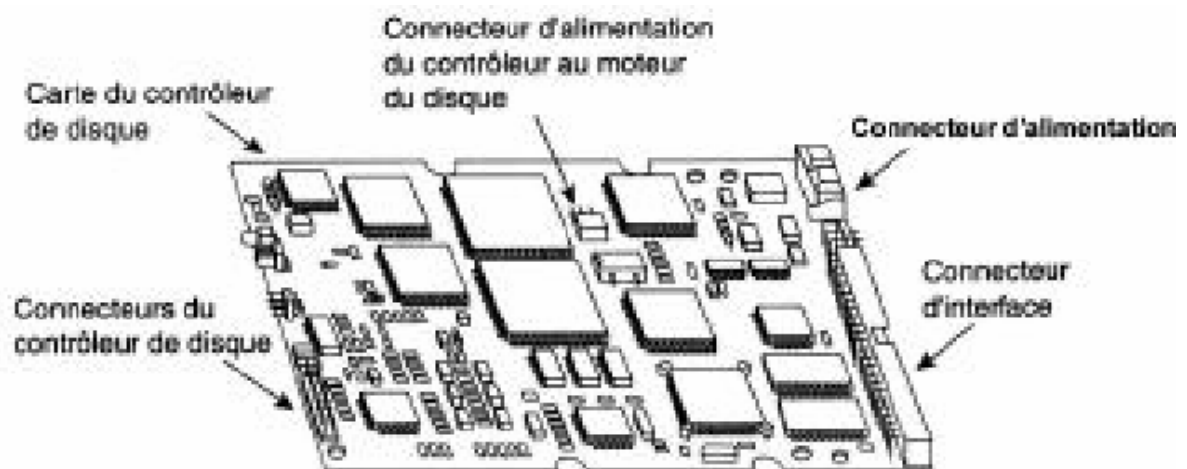
La différence de coût entre ces deux positionneurs est quasi insignifiante, c'est pourquoi tous les disques durs actuels utilisent un positionneur à bobine.



1.9. Les cartes logiques

Tous les lecteurs comportent au moins une carte logique. Elles contiennent les circuits logiques électroniques qui commandent l'axe du moteur et le système d'activation des têtes et qui présente les données au contrôleur sous forme conventionnelle.

Le contrôleur est parfois situé à même le disque, ce qui permet de réduire le nombre de cartes à l'intérieur de l'ordinateur.



2. Gestion du système de fichier.

2.1. Table d'allocation de fichiers (File Allocation Table= FAT)

Parlons d'abord de la notion de clusters.

Le cluster, comme nous l'avons vu auparavant, est en fait un regroupement constant de secteurs qui sert en fait à réduire la taille de la table d'allocation de fichiers.

Abordons maintenant plus en profondeur la table d'allocation.

Le nombre qui la suit (exemple : FAT**32**) est en fait le nombre de bits sur lequel est codé un numéro de cluster.

FAT16.

Ce système de fichier est celui utilisé par DOS, Windows 9X, OS/2 et Windows NT 4.0.

En fait, à part DOS, les autres systèmes d'exploitation peuvent être installés sur une partition FAT, mais seulement pour que les programmes prévus pour la FAT16 fonctionnent. Ils sont sinon, prévus pour un autre type de partition. Ici, un numéro de cluster est donc codé sur 16 bits. Le nombre maximum de clusters est alors de 65536 (2 exposant 16). Au maximum nous aurons donc 65536 fichiers (si on met 1 fichier par cluster).

Taille du disque	128Mo	256Mo	512Mo	1028Mo	2048Mo
Taille du cluster	2Ko	4Ko	8Ko	16Ko	32Ko
Nombre de secteurs par cluster	4	8	16	32	64

Pour obtenir la taille d'un cluster, il suffit de multiplier le nombre de secteurs par clusters par 512 (nombre d'octets dans un secteur).

Ensuite pour obtenir l'espace disque adressable, on multiplie par le nombre maximal de cluster que la table d'allocation peut supporter. C'est à dire dans ce cas 65536.

Attention, un cluster, même s'il est partiellement occupé, est considéré comme totalement associé au fichier auquel il appartient. Cela implique un choix à faire entre la taille et l'efficacité : c'est à dire que si on décide d'associer un grand nombre de secteurs à un seul cluster, on pourra adresser un plus grand espace sur le disque tandis que si on décide d'allouer a chaque cluster un nombre restreint de secteurs on gâchera moins d'espace avec des clusters partiellement occupés.

Pour le maximum d'espace adressable, nous aurons donc en FAT16 2048Mo
=>64 secteurs/cluster*512*65536.

Et pour le minimum d'espace adressable mais la plus grande efficacité (beaucoup moins de perte de place) 128 Mo d'espace adressable. Notons que

pour obtenir la taille de la table d'allocation, il suffit de multiplier le nombre maximum de clusters par l'espace sur lequel un numéro de cluster est codé.

FAT32

Utilisé par Windows 95(version b), Windows 98 et Windows NT 5.0. Comme son nom l'indique, un numéro de cluster y est codé sur 32 bits, ce qui nous donne au maximum 4Go de clusters.

Taille du disque	4Go	8Go	16Go	32Go	>32Go
Taille du cluster	2Ko	4Ko	8Ko	16Ko	32Ko
Nombre de secteurs par cluster	4	8	16	32	64

Nous voyons maintenant que l'espace adressable devient beaucoup plus grand
 $\Rightarrow 4G * 32Ko = 128 To$

Taille de la table d'allocation = $4G (\text{clusters}) * 4 (32 \text{ bits donc } 4 \text{ octets}) = 16 Go$.

Vu la taille démesurée de la table d'allocation, le nombre de clusters a été limité à 2Mo. Ce qui est largement suffisant.

NTFS

Ce système de fichier est maintenant utilisé par Win XP, Windows Me, Windows NT, Windows 2000 et Windows Server 2003.

Il permet en théorie des partitions d'un hexa octet (2 exposant 64 octets).

Le système NTFS offre des attributs étendus et des fonctions de sécurité du système de fichier qui n'existaient pas dans le système FAT.

DOS ne peut pas, contrairement aux applications DOS qui tournent sur Windows NT ou qui accèdent à un volume Windows NT d'un réseau, accéder au NTFS.

La longueur des noms de fichier dans le répertoire racine correspondant peut alors aller jusque 256. Notons qu'en NTFS il est presque impossible de récupérer les données perdues. Il est donc nécessaire de disposer de sauvegardes fiables.

3. Partitionnement

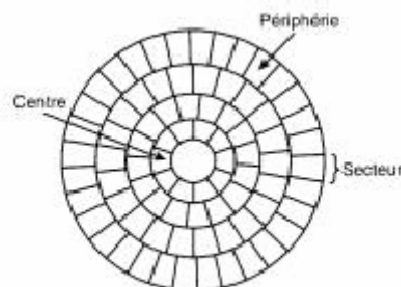
3.1. Types de formatages

3.1.1. Le formatage bas niveau

Durant le formatage bas niveau, les pistes du disque sont divisées en un certain nombre de secteurs.

La quasi-totalité des disques durs IDE et SCSI d'aujourd'hui utilisent une technique particulière qui permet de ne pas "gâcher" d'espace sur le disque. Cette technique s'appelle l'enregistrement par zones. Elle tient compte du fait que les pistes situées plus à l'extérieur du plateau peuvent contenir plus de secteurs que les pistes situées plus au centre. Toutefois, le nombre de secteur délimité sur une piste ne varie pas de piste en piste. Les pistes contenant le même nombre de secteurs sont regroupées en zones.

Le nombre de secteurs par zone est logiquement de plus en plus élevé au fur et à mesure que l'on s'éloigne du centre du plateau pour se diriger vers la périphérie.



L'enregistrement par zone permet :

- un gain de place de 20 à 50%
- d'accroître sensiblement la vitesse de transfert une fois que les secteurs de la donnée se trouvent plus en périphérie.

Avec l'apparition des disques SCSI et IDE, il est devenu possible de formater chaque piste avec un nombre de secteurs différents puisque ces disques ont un contrôleur intégré qui leur permet de connaître les différents types de zones utilisées.

Le contrôleur intégré doit ensuite convertir les numéros de cylindre, de tête et de secteurs physiques en nombres de cylindres, de têtes et de secteurs logiques pour que le disque dur donne l'impression d'avoir le même nombre de secteurs par piste sur toute sa surface.

3.1.2. Le formatage haut niveau

Le formatage haut niveau correspond en fait à l'insertion d'éléments permettant de faire une table des matières du disque afin de pouvoir savoir où chaque élément se trouve. Il permet aussi de gérer les secteurs défectueux afin qu'ils ne provoquent pas de problèmes.

3.2. Le partitionnement

Partitionner un disque dur consiste en fait en sa subdivision en unités logiques plus petites. C'est à dire diviser l'unité physique pour que le système d'exploitation ne voie qu'une suite de lecteurs logiques distincts. A chaque disque dur logique peut être attribué un système de fichier. Les buts de cette opération sont multiples.

- 1) On pourra une fois le disque partitionné retrouver un système d'exploitation par partition. Attention, à condition que cette partition soit primaire et en cas de démarrage à partir de celle-ci, elle doit être active.
- 2) Garder une certaine organisation des données. Par exemple, mettre les données du système d'exploitation sur une partition et les données utilisateur sur une autre.
- 4) Le partitionnement est le bienvenu lorsque l'on travaille avec des disques de taille supérieure à 2Go qui sont gérés par un système de fichier FAT16 (qui ne peut gérer plus de 2Go).

4. Les interfaces

Le contrôleur (ou l'interface) de disque dur a pour rôle de transmettre et de recevoir les données à destination et en provenance du disque dur.

La vitesse de transfert des données entre le disque dur et l'ordinateur varie en fonction de l'interface utilisée. Lorsque l'on achète un disque dur, il faut regarder certains paramètres importants :

- le temps d'accès moyen
- le taux de transfert de donnée.

Le temps d'accès moyen correspond au temps que met le disque entre le moment où il a reçu l'ordre de fournir des données et le moment où il les fournit réellement.

Le taux de transfert de données, c'est la quantité de données qui peuvent être lues ou écrites sur le disque en un temps donné (en Mo/s).

La vitesse à laquelle un programme est chargé dépend essentiellement de ce taux de transfert. Ce taux dépend à la fois du disque dur et de l'interface.

Voici les différentes interfaces de disque dur qui sont, ou qui ont été, utilisées sur les PC :

ST-506/412
ESDI
IDE
SCSI
SATA

Chaque type d'interface requiert une installation et une configuration légèrement différente des autres. Si une interface n'a pas été configurée correctement ou que l'utilisateur a modifié accidentellement sa configuration, les données risquent de ne pas parvenir à accéder au disque dur.

C'est grâce à ces standards que vous pouvez aujourd'hui acheter un disque dur par correspondance au meilleur prix en ayant la certitude qu'il fonctionnera sur votre ordinateur. La technologie Plug and Play a rendu le prix des disques durs accessible et permet de choisir parmi un large éventail de capacités de stockage et de rapidités.

4.1. Interface ST-506/412

Elle a été mise au point par Seagate dans les années 80. Elle est d'abord apparue sur le Seagate ST-506 : disque dur qui tournait à 3600 tr/min et qui avait une capacité après formatage de 5 Mo (et de 6 Mo avant formatage).

Sa conception Plug And Play a contribué grandement à son succès, aucun câble ni aucune modification n'étant nécessaires pour utiliser les disques durs, ce qui signifie que tout lecteur ST-506/412 peut fonctionner avec tout contrôleur ST-506/412.

Mais ce qui en faisait un petit défaut est sa compatibilité au niveau du BIOS.

Les premières interfaces utilisaient une puce de BIOS intégrée au contrôleur. Lorsque l'AT est apparu, IBM a intégré l'interface ST-506/412 au BIOS de la carte mère au lieu de le placer sur le contrôleur.

Depuis cette époque, tous les ordinateurs compatibles avec l'IBM AT comportent un BIOS de carte mère intégrant une version étendue de ce type de compatibilité.

Cette compatibilité a d'abord été relativement limitée, surtout sur les premiers modèles de BIOS, ce qui explique que de nombreux fabricants aient placé sur le contrôleur un BIOS supplémentaire destiné au contrôleur lui-même.

L'interface ST-506/412 avait été conçue pour des disques durs de 5 Mo et il n'existe guère de disques durs d'une capacité supérieure à 152 Mo (codage MFM) ou 233 Mo (codage RLL) pour ce type d'interface.

Du fait du caractère limité de ses capacités, de ses performances et des possibilités d'extension qu'elle offre, elle est aujourd'hui considérée comme obsolète et n'est plus utilisée sur les nouveaux ordinateurs.

4.2 Interface ESDI

L'interface ESDI (Enhanced Small Device Interface) est une interface de disque dur spécifique. Elle a été utilisée pour la première fois par Maxtor en 1983 et est le successeur de l'interface ST-506/412.

Le standard ESDI a ensuite été adopté par l'ANSI.

Comparé au standard ST-506/412, le standard ESDI offre une plus grande fiabilité. Ainsi le codeur/décodeur est incorporé au disque dur. L'interface ESDI est une interface à très grande vitesse pouvant assurer un taux de transfert maximal de 24 Mb/s. Mais la plupart des disques durs utilisant cette norme ont une vitesse limitée à 10 ou 15 Mb/s.

Certains contrôleurs ESDI comportent des commandes étendues qui leur permettent de lire les paramètres de capacité d'un disque dur à partir du disque dur même et d'en contrôler la cartographie. Si vous installez un disque dur ESDI, vous pourrez 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.

Les commandes étendues de cartographie des secteurs défectueux de l'interface ESDI constituent un moyen standard permettant aux PC de lire une cartographie des secteurs défectueux depuis le disque dur lui-même.

La plupart des disques durs d'ordinateurs utilisant le standard ESDI sont formatés avec au moins 32 secteurs par piste, ce qui est largement supérieur aux 17 à 26 secteurs par piste que permet d'obtenir l'interface ST-506/412. Cet accroissement de densité permet de bénéficier d'un taux de transfert de données deux fois plus élevé.

L'interface ESDI ressemblant à l'interface ST-506/412, peut la remplacer sans affecter la partie logicielle de l'ordinateur. La plupart des contrôleurs ESDI utilisent un registre compatible avec à des interfaces ST-506/412, ce qui permet à OS/2 et à d'autres systèmes d'exploitation autres que DOS de fonctionner sans problèmes majeurs.

Le BIOS utilisé pour l'interface ESDI est similaire à celui de l'interface ST-506/412 et nombre d'utilitaires de disque de bas niveau fonctionneront également avec l'autre.

4.3 Interface IDE

IDE (Integrated Drive Electronics) est un terme générique qui s'applique à tous les disques durs comportant un contrôleur intégré. L'interface de disque dur actuelle s'appelle officiellement ATA (AT Attachment) et fait partie des standards adoptés par l'ANSI.

Sur un disque dur IDE, l'ensemble intégré disque dur - contrôleur se branche directement sur le connecteur de bus de la carte mère ou sur une carte adaptateur

de bus. Le fait que le contrôleur soit intégré au disque dur simplifie grandement l'installation puisqu'il n'y a pas besoin d'utiliser de câble d'alimentation ou de signal supplémentaire entre le contrôleur et le disque dur.

Ce système intégré permet également de réduire le nombre d'éléments contenus dans l'ordinateur ainsi que la distance que les signaux doivent parcourir.

Du fait de l'intégration du contrôleur sur le disque, le codage des données numériques en données analogiques s'effectue à même le disque.

Les données analogiques, particulièrement sensibles au cadencement, n'ont pas à circuler le long d'une nappe qui risquerait de transporter du bruit et d'induire des retards de propagation de signal. On peut donc en déduire que le fait que le contrôleur soit intégré au disque dur permet de bénéficier d'une fiabilité beaucoup plus importante que lorsque le contrôleur est séparé.

Le principal avantage du disque dur IDE est son coût. Ce type de disque ne nécessitant plus de contrôleur séparé ni d'adaptateur d'hôte et les connexions par câble étant simplifiées, son coût est beaucoup moins élevé que celui d'un disque dur et d'un contrôleur standard. Ce type de disque dur est de surcroît plus fiable et plus performant.

Voici un tableau retraçant l'évolution du débit de l'IDE :

	<i>Débit</i>	<i>Année</i>
PIO Mode 0	3,33 Mo/s	1994
DMA Mode 0	4,16 Mo/s	
PIO Mode 1	5,22 Mo/s	
PIO Mode 2	8,33 Mo/s	1996
PIO Mode 3	11,1 Mo/s	
DMA Mode 1	13,3 Mo/s	
PIO Mode 4	16,6 Mo/s	
DMA Mode 2	16,6 Mo/s	
UDMA Mode 0	16,6 Mo/s	1998
UDMA Mode 1	25,0 Mo/s	
UDMA Mode 2 ou ATA33	33,3 Mo/s	1999
UDMA Mode 3	44,4 Mo/s	2000
UDMA Mode 4 ou ATA66	66,6 Mo/s	2000
UDMA Mode 5 ou ATA100	100 Mo/s	2000
ATA133	133 Mo/s	2002

On parle encore d'une évolution : l'ATA166 avec un débit de 166 Mo/s mais il paraîtrait qu'on atteindrait avec ce débit, la limite possible pour l'ATA. Après quoi il faudrait envisager de passer à une technique tout autre. Il y a déjà le Serial ATA qui comme lentement à se commercialiser.

Le SATA représente l'avenir en matière d'interface. Cette interface a été conçue par une alliance des leaders du marché informatique : Intel, Dell, Seagate, Maxtor et APT.

Comme son nom l'indique, on passe du câble parallèle de l'ATA vers le câble série du SATA



Grâce à cette technologie, on obtient premièrement un débit de 150 Mo/s. Puis 2 nouvelles générations du SATA suivront avec des débits de 300 Mo/s et... 600 Mo/s

4.4. L'interface SCSI

L'interface SCSI n'est pas une interface de disque dur mais une interface de niveau système.

La plupart des disques durs SCSI sont en fait des disques IDE intégrant un circuit adaptateur de bus SCSI. Il n'est pas utile de connaître le type de contrôleur intégré au disque SCSI puisque l'ordinateur ne peut pas communiquer directement avec le contrôleur comme s'il était branché sur le bus, à l'instar d'un contrôleur standard. La communication s'effectue par le biais de l'adaptateur hôte SCSI installé sur le bus de l'ordinateur. Il n'est possible d'accéder au disque dur qu'en utilisant les protocoles SCSI.

Les ingénieurs d'Apple avaient à l'origine vu dans le standard SCSI un moyen de contourner l'impasse dans laquelle les avait conduits le Macintosh. Lorsqu'ils se sont aperçus des problèmes que posait la conception de systèmes sans slots, ils ont conclu que le moyen le plus simple de rendre leur ordinateur extensible était de le doter d'un port SCSI, qui constitue le moyen d'ajouter des périphériques aux Mac sans slots. Les PC ayant toujours permis d'ajouter des extensions, il n'était pas aussi urgent d'adopter le standard SCSI. Les ordinateurs IBM et compatibles IBM ont en effet huit slots acceptant divers périphériques, et le standard SCSI ne semblait pas aussi utile.

Le SCSI connaît un succès grandissant dans le secteur du PC car il offre des possibilités d'extension très étendues et permet de connecter un grand nombre de périphériques SCSI. Il a fallu du temps pour qu'il s'impose sur le marché du PC car il n'existait pas de standard vraiment défini. Celui-ci a été mis en place pour l'essentiel par une commission et son élaboration n'a été influencée par aucun fabricant particulier.

Le SCSI ne définit que les connexions matérielles et non les spécifications requises pour faire communiquer le pilote avec les périphériques. Le sous-système est relié à l'ordinateur par l'intermédiaire du logiciel, mais la plupart des pilotes ne fonctionnent malheureusement qu'avec un périphérique ou un adaptateur hôte particulier.

Au début, l'interface SCSI n'était pas capable de faire fonctionner un disque dur sur un bus SCSI. L'amorçage à partir de ces lecteurs et l'utilisation de divers systèmes d'exploitation posait problème, du fait du manque de standardisation de l'interface. Le logiciel standard des BIOS des IBM XT et AT a été conçu pour communiquer avec le contrôleur de disque dur ST-506/412. Il a été facile de le modifier pour le faire fonctionner avec le standard ESDI car les contrôleurs ESDI sont similaires aux contrôleurs ST-506/412 au niveau du registre. Il en va de même du standard IDE, qui imite le fonctionnement d'une interface contrôleur ST-506/412 et fonctionne parfaitement avec les BIOS existants. Le SCSI est en revanche si différent de ces standards qu'il nécessite de nouvelles routines de BIOS pour que l'ordinateur puisse démarrer de lui-même. Sur les dernières versions de PS/2 équipées de disques durs SCSI, ces routines sont intégrées au BIOS de la carte mère ou à un BIOS d'extension intégré à l'adaptateur hôte.

Pendant plusieurs années, des sociétés, telle qu'Adaptec, ont produit des cartes SCSI proposant des BIOS à routines intégrées mais elles ne permettaient de faire fonctionner des disques durs que sous DOS. Par ailleurs, d'autres systèmes n'avaient des pilotes que pour les contrôleurs standard ST-506/412 et ESDI et il était donc souvent impossible d'installer du matériel SCSI sur des ordinateurs ne

fonctionnant pas sous DOS. Les choses ont évolué considérablement dans l'intervalle et le système d'exploitation OS/2 d'IBM accepte aujourd'hui un grand nombre d'adaptateurs d'autres fabricants et notamment d'Adaptec et de Future Domain. Pour des raisons de compatibilité, il est préférable d'utiliser des cartes de ces fabricants ou des modèles totalement compatibles avec ces cartes.

Apple étant devenu le premier fabricant de logiciels permettant de faire fonctionner des périphériques SCSI, ces périphériques se connectent en principe en standard aux ordinateurs Apple. Jusqu'à maintenant, il n'y avait pas de leader de ce type pour représenter le SCSI dans le secteur des PC. Cette situation a changé en mars 1990, lorsque IBM a lancé plusieurs adaptateurs et périphériques SCSI "standards" ainsi qu'un BIOS et un système d'exploitation totalement compatibles pour ses PS/2. Presque tous les ordinateurs IBM haut de gamme sont depuis équipés en standard en SCSI. Ces ordinateurs peuvent comporter soit une carte adaptateur connectée à un slot, soit un adaptateur hôte SCSI intégré à la carte mère.

Cette configuration se présente de la même manière qu'une interface IDE, un seul câble reliant la carte mère au disque dur SCSI, mais un adaptateur SCSI capable d'accepter jusqu'à sept périphériques (dont certains peuvent être autre chose que des disques durs) tandis que l'interface IDE n'accepte que quatre périphériques (deux par contrôleur).

L'exemple d'IBM a conduit d'autres fabricants à produire des ordinateurs comportant un adaptateur hôte SCSI intégré ou une interface SCSI intégrée à la carte mère. Au fur et à mesure que le SCSI s'implantera sur le marché du PC, il deviendra de plus en plus facile d'intégrer des périphériques SCSI puisque les systèmes d'exploitation et les pilotes de périphériques seront mieux adaptés. Pour le moment, le SCSI a un débit plus important que l'IDE mais qu'advient-il lorsque le SATA sera commercialisé ?

5. Le codage des données

Les supports magnétiques sont des supports de stockage de type analogique. Les données qui y sont enregistrées sont en revanche de type numérique. Ce sont donc des 1 et des 0 qui sont écrits.

Divers modes de codage ont été essayés mais ils ne sont aujourd'hui que quelques-uns à connaître un franc succès. Trois types de modes de codage fondamentaux se sont ainsi imposés au fil du temps :

- Le mode de codage FM (la modulation de fréquence)
- Le mode de codage MFM (la modulation de fréquence modifiée)
- Le mode de codage RLL (le codage à longueur de course limitée)

5.1. Mode de codage FM

Le codage à modulation de fréquence (mode FM) est l'un des procédés de stockage de données magnétique les plus anciens.

Son principe est simple : deux signaux différents sont utilisés pour coder un 0 et un 1 et il y a changement de polarisation à chaque nouveau bit. Il est parfois également appelé "mode de codage simple densité" et a été utilisé sur les premiers lecteurs de disquettes de PC. L'ordinateur portable Osborne Original, par exemple, était équipé d'un lecteur de ce type qui permettait de stocker 80 Ko de données sur une même disquette. Le mode de codage FM a été populaire jusqu'à la fin des années 1970 mais il n'est plus utilisé à l'heure actuelle.

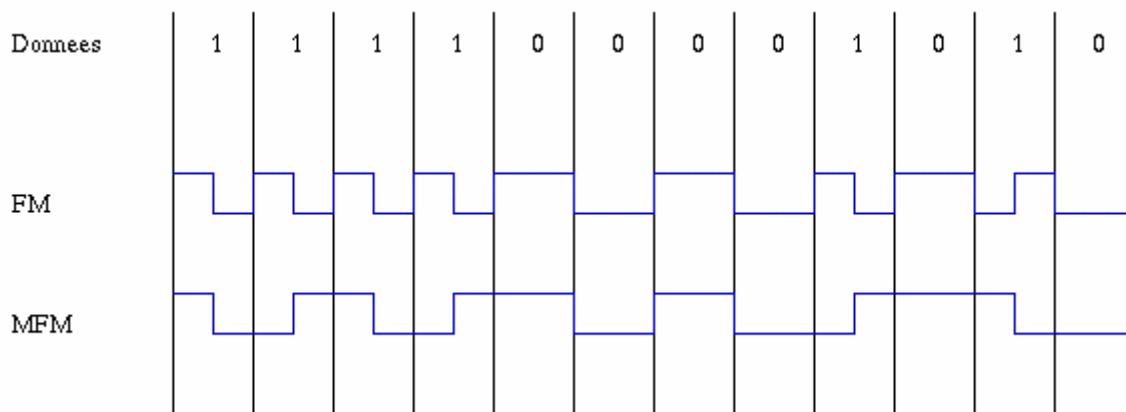
5.2. Mode de codage MFM

Le mode de codage à modulation de fréquence modifiée (mode MFM) a été conçu pour réduire le nombre d'inversions de flux utilisées par le mode de codage FM et pour faire tenir davantage de données sur le disque. Le mode MFM utilise moins de cellules de transition d'horloge, laissant davantage d'espace libre pour les données. Ce mode utilise une cellule de transition d'horloge que lorsque deux bits 0 se suivent. Dans tous les autres cas, ces cellules sont inutiles. Cette réduction du nombre de transitions d'horloge permet de doubler la fréquence réelle de l'horloge par rapport à la fréquence utilisée en

mode FM, stockant deux fois plus de bits de données dans le même nombre de transitions de flux.

Le mode de codage MFM étant deux fois plus performant que le mode FM, il est parfois également appelé "mode de codage double densité". Il est utilisé par la quasi-totalité des lecteurs de disquettes et a été pendant de nombreuses années le mode de codage utilisé par la plupart des disques durs. A l'heure actuelle, la plupart des disques durs utilisent le mode de codage RLL, plus performant que le mode MFM.

Voici un chronogramme qui montre la différence de transitions entre le codage FM et MFM :



5.3. Mode de codage RLL

Le mode de codage RLL (Run Length Limited) permet d'augmenter de 50% la densité d'information, sans augmenter le nombre de transitions. Le mode de codage RLL travaille avec des groupes de bits qu'il considère comme des unités et qu'il combine pour obtenir des structures d'inversions de flux spécifiques. Il intègre l'horloge et les données dans ces structures, ce qui permet d'accroître la fréquence de l'horloge tout en conservant la même distance de base entre les transitions de flux sur le disque.

Le mode de codage RLL a été inventé par IBM, qui l'a utilisé sur un grand nombre de disques durs de gros ordinateurs. Durant les années 1980, les fabricants de disques durs pour PC ont commencé à utiliser le mode de codage

RLL et à l'heure actuelle, la majorité des disques durs du marché utilisent le codage RLL.

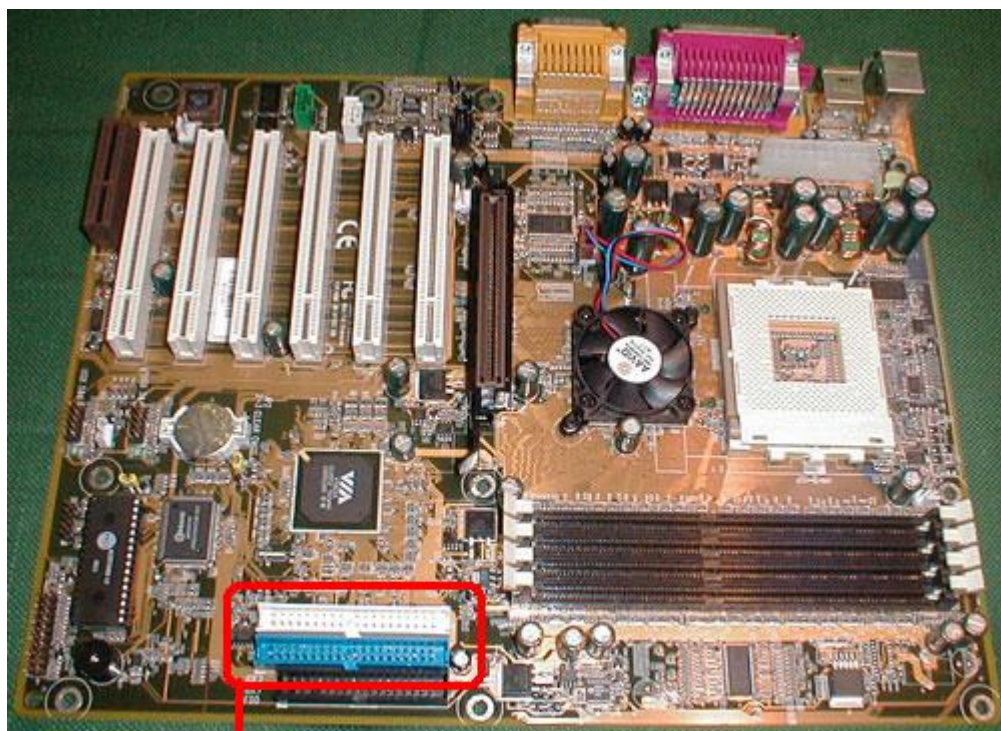
6. Comment brancher ou ajouter un disque dur IDE ?

L'ajout ou le remplacement d'un disque dur IDE n'est pas très compliqué. Il suffit de disposer d'un disque dur et d'une nappe de connexion IDE. Attention il existe deux modèles de nappe IDE :

- les nappes composées de 40 fils pour les disques durs en Ultra DMA 33 ou moins rapides.
- les nappes composées de 80 fils pour les disques durs dont la vitesse est supérieure à l'Ultra DMA 33. (Ultra DMA66 et ATA 100). Les nappes à 80 fils ont en fait 40 fils pour les infos et aussi 40 fils de masses intercalées entre chaque autre fil. Cela permet d'amoinrir les parasites générés par les hauts débits de l'Ultra DMA 66 ou supérieur qui rendraient quasi impossible les transferts de données sur une nappe standard.

Tout d'abord, il faut ouvrir le PC. Pour cela première règle, débrancher l'alimentation.

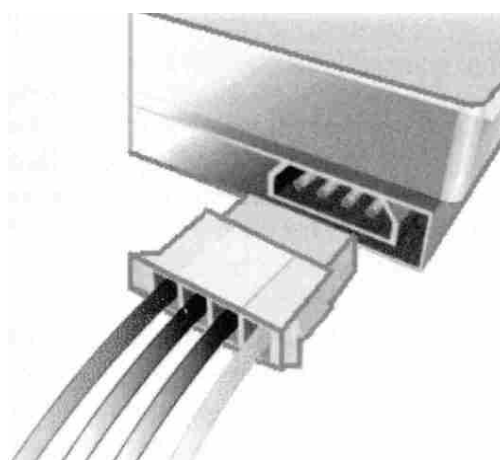
Ensuite, il faut repérer les connecteurs IDE sur la carte mère. Pour cela il suffit de regarder où est branché le Cd-rom ou le premier disque dur qui eux aussi sont branchés sur un connecteur IDE.



LES DEUX CONNECTEURS IDE+EN BAS LE CONNECTEUR DISQUETTE

Il faut ensuite mettre le disque dur dans son emplacement dans une baie libre de l'ordinateur. Attention, il est fortement déconseillé de mettre deux disques durs l'un contre l'autre, car le dégagement de chaleur qu'il génèrent ne serait alors plus correctement évacué et cela peut à terme, détruire les 2 disques. Si ce cas se présente par manque de place, il est mieux de placer le lecteur de disquettes qui ne chauffe pas entre les deux disques.

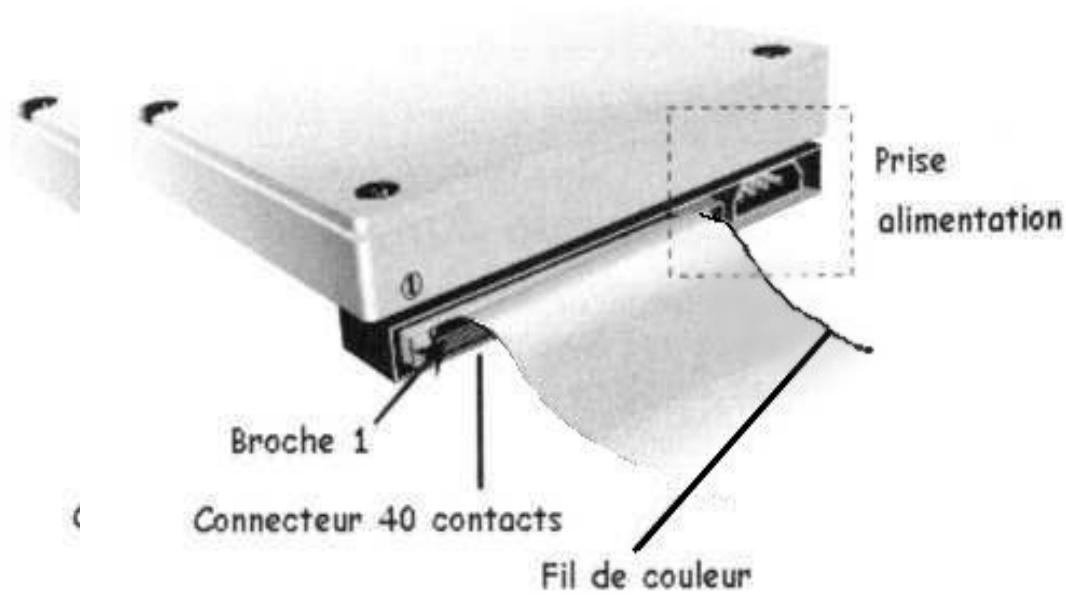
Une fois le disque dur en place, il faut brancher l'alimentation.



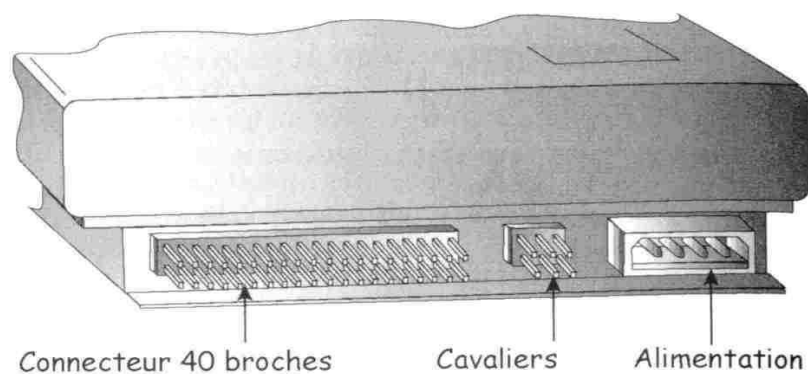
Maintenant que le disque dur est branché, il faut raccorder la nappe IDE.

Pour cela, deux solutions :

- soit on utilise une nappe déjà présente sur la machine qui aurait un connecteur de libre.
- soit on ajoute une deuxième nappe sur le deuxième connecteur IDE. Dans ce cas il ne faut pas oublier, pour savoir quelle côté de la nappe se branche sur la carte mère que les deux connecteurs pouvant recevoir disque dur et cd sont très proche l'un d l'autre. C'est donc l'autre bout, qui se connectera à la carte mère.



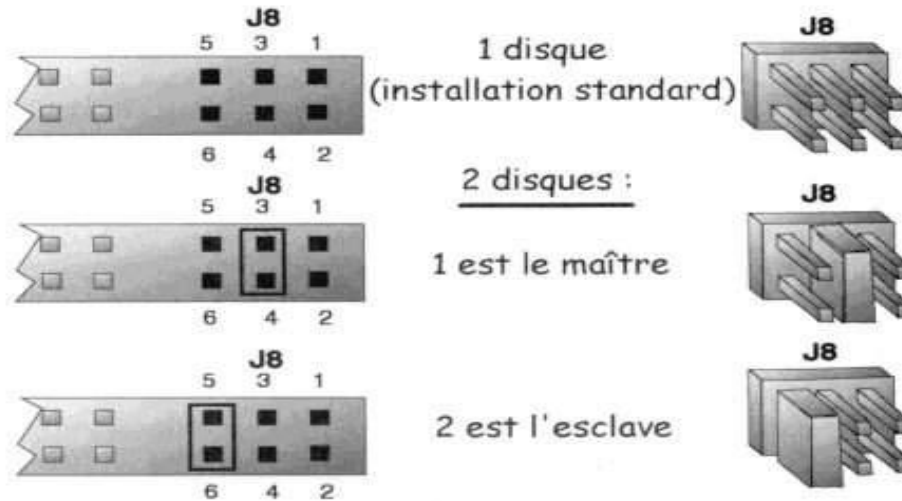
Il ne reste plus qu'à configurer le disque dur en maître (master) ou en esclave (slave). C'est cela qui permet à l'ordinateur de gérer deux disques sur le même connecteur.



En effet le disque maître va imposer son rythme au disque dur esclave. Cela permet de synchroniser un disque en fonction de l'autre. Cette opération se fait avec les petits cavaliers qui sont juste à côté du connecteur IDE sur le disque dur. Comme nous avons vu qu'il est possible de brancher le disque dur seul sur la nappe, il faut savoir que dans ce cas il faut généralement laisser les cavaliers sur le disque tel qu'ils sont à la sortie d'usine (Single) ou bien les enlever.

La figure ci-dessous illustre très bien la configuration des cavaliers :

En haut le cas du disque seul et en bas le cas de deux disques durs.

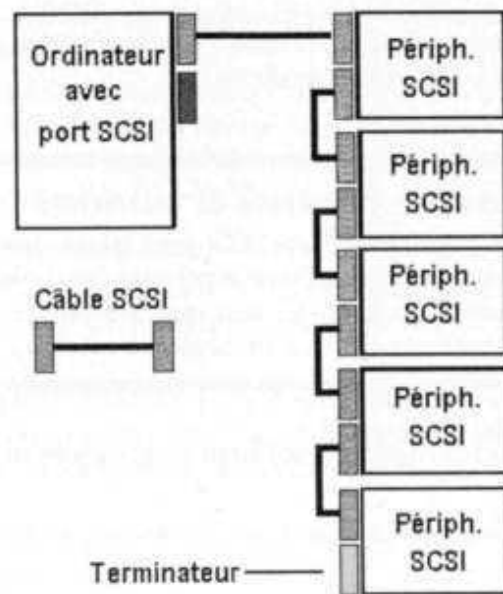


La nappe est correctement branchée, les cavaliers correctement réglés. Vous pouvez refermer le PC et le rebrancher.

LES DISQUES DURS ET INTERFACES SCSI

Le Scsi (Small Computer System Interface) signifie système d'interface pour petits ordinateurs.

Ce concept d'accès parallèle est devenu un standard ANSI en 1986. Il permet de connecter en chaîne jusqu'à 7 périphériques par connecteur (il y en a toujours 2) Soit un total de 14 sans le micro.



Principe du chaînage des périphériques SCSI

Maintenant le SCSI a bien évolué et offre des débits très élevés. Le tableau récapitulatif à la page suivante représente bien les différentes vitesses de communication ainsi que l'évolution des connectiques SCSI.

Norme	Connectique	Fréquence	Largeur du bus	Débit Max
Ultra-SCSI	50 broches asymétrique ou différentielle (LVD OU HVD)	20 Mhz	8 bits	20 Mo/s
Ultra Wide SCSI	68 broches, asymétrique ou différentielle	20 Mhz	16 bits	40 Mo/s
Ultra-2 SCSI	50 broches différentielles (LVD)	40 Mhz	8 bits	40 Mo/s
Ultra-2 Wide	68 broches différentielles (LVD)	40 Mhz	16 bits	80 Mo/s
Ultra-3 SCSI	50 broches différentielles (LVD)	80 Mhz	8 bits	80 Mo/s
Ultra-3 Wide (ultra 160)	68 broches différentielles (LVD)	80 Mhz	16 bits	160 Mo/s
Ultra-4 Wide (Ultra 320)	68 broches différentielles (LVD)	160 Mhz	16 bits	320 Mo/s

Attention, les débits sont obtenus en rafale, pas en mode continu et seulement si les périphériques connectés le permettent. Un 30 Mo/s est déjà un très bon résultat.

BRANCHER ET CONFIGURER UN DISQUE DUR SCSI

Pour brancher un disque dur SCSI l'opération est la même que pour l'IDE. Enfin presque puisque la nappe va bien se raccorder sur les disque dur, mais à l'autre bout, la nappe ne va pas se brancher sur la carte mère mais sur une carte additionnelle qui va gérer les différents périphériques SCSI. Cette carte est dotée d'un BIOS à configurer et de 2 connecteurs pouvant recevoir 7 périphériques SCSI chacun plus le bouchon en fin de ligne.

COMMENT CHOISIR ENTRE SCSI ET IDE.

Voici un tableau comparatif qui permettra de bien voir la différence entre le Scsi et l'IDE

TYPE	Vitesse de rotation max	Débit Max Théorique	Nombre de Périphériques Max
SCSI	10000 Tr/Mn	320 Mo/s	7
IDE	7200 Tr/Mn	100 Mo/s	2

La comparaison est vite faite. Le SCSI permet de brancher plus de périphériques sur un même câble et il est plus rapide mais son coût est plus important. C'est donc le SCSI qui sort vainqueur mais c'est votre porte monnaie qui fera la décision finale.

Le raid

Les disques branchés en RAID (Redundant Array of Inexpensive Disks) sont une technologie faisant appel à plusieurs disques durs empilés fonctionnant simultanément pour distribuer, dupliquer et sécuriser les informations.

Il existe 6 types de RAID différents, du RAID 0 au RAID 5) avec des variantes mélangeant les genres.

Voici les plus courants:

- RAID 0 : Il demande un minimum de deux disques. Les informations à enregistrer sont distribuées sur les disques disponibles (une partie sur l'un et une partie sur l'autre), ce qui accroît la vitesse de lecture et écriture. En effet les deux disques ayant chacun un débit maximum qui leur est propre, le fait de lire un fichier sur deux disques en même temps va quasi doubler le débit.
- RAID 1 : Il écrit les données en double sur chaque disque. Si un disque est défaillant, l'autre peut prendre la relève. Ceci très intéressant sur les serveurs qui ne doivent jamais être arrêtés. Ceci assure une grande sécurité mais n'apporte pas de vitesse de lecture supplémentaire.

- RAID 0+1 : Il combine le mode RAID 0 + RAID 1. Il apporte donc sécurité et vitesse.
- RAID 3 : Enregistre les données sur plusieurs disques et la parité sur un seul d'entre eux.
- RAID 5 : Distribue les informations et la parité sur au moins trois disques. Le tout doit être piloté par un logiciel de gestion approprié et commandé par une carte d'interface spécifique qui parfois est intégrée à la carte mère. Cette solution peut être mise en pratique pour l'IDE comme pour le SCSI.

Petite liste avec le prix des disques durs actuels



IDE

Disque dur 20 Go IDE WESTERN DIGITAL UDMA 100 (7200 tr/mn)
2 Mo de cache

Interface IDE (Ultra ATA/100) 7200 tr/mn.

Buffer 2 Mo.

Temps d'accès moyen : 8,9 ms.

Référence Western Digital : WD200BB



95.00 €

Disque dur 40 Go IDE WESTERN DIGITAL UDMA 100 (7200 tr/min)
2 Mo de cache

Interface IDE (Ultra ATA/100) 40 Go 7200 tr/mn

Buffer 2 Mo

Temps d'accès moyen : 8,9 ms

Référence Western Digital : WD400BB



95.00 €

Disque dur 80 Go IDE WESTERN DIGITAL UDMA 100 (7200 trs/min)
2 Mo de cache

Interface IDE (Ultra ATA/100) 7200 tr/mn

Buffer 2 Mo

Temps d'accès moyen : 8,9 ms

Référence Western Digital : WD800BB



115.00 €

Disque dur 120 Go IDE WESTERN DIGITAL UDMA 100 (7200 trs/min)
2 Mo de cache

Interface IDE (Ultra ATA/100) 7200 tr/mn

Buffer 2 Mo

Temps d'accès moyen : 8,5 ms

Référence Western Digital : WD1200BB



130.00 €

Disque dur 120 Go IDE WESTERN DIGITAL UDMA 100 (7200 trs/min)
8 Mo de cache

Interface IDE (Ultra ATA/100) 7200 tr/mn

Buffer 8 Mo

Temps d'accès moyen : 8,5 ms

Référence Western Digital : WD1200JB



150.00 €

Disque dur 200 Go IDE WESTERN DIGITAL UDMA 100 (7200 trs/min)
8 Mo de cache

Interface IDE (Ultra ATA/100)

Buffer 8 Mo

Temps d'accès moyen : 8,9 ms

Niveau sonore : 35 à 39 dB/A

Référence Western Digital : WD2000JB



250.00 €

Disque dur 250 Go IDE WESTERN DIGITAL UDMA 100 (7200 trs/min)
8 Mo de cache

Interface IDE (Ultra ATA/100) 7200 tr/mn

Buffer 8 Mo

Temps d'accès moyen : 8,9 ms

Niveau sonore : 35 à 39 dB/A

Référence Western Digital : WD2500JB



370.00 €

SATA

Disque dur 36 Go SATA WESTERN DIGITAL (10 000 trs/min)
8 Mo de cache

Interface Serial-ATA/150

Capacité : 36,7 Go

Vitesse de rotation : 10000 tr/mn

Buffer : 8 Mo

Temps d'accès moyen : 5,2 ms

Niveau sonore : 32 à 36 dB/A

Référence Western Digital : WD360GD

195.00 €

Pour ordinateur portable

Capacité de 20 Go 4200 tr/min

Temps d'accès de 12 ms

2 Mo de mémoire cache

Interface IDE Ultra-ATA/66



140.00 €

Capacité de 40 Go 4200 tr/min

Temps d'accès de 12 ms

2 Mo de mémoire cache I

Interface IDE Ultra-ATA/66



180.00 €

Capacité de 60 Go 4200 tr/min

Temps d'accès de 12 ms

2 Mo de mémoire cache

Interface IDE Ultra-ATA/66



260.00 €

Capacité de 80 Go 4200 tr/min

Temps d'accès de 12 ms

8 Mo de mémoire cache

Interface IDE Ultra-ATA/100

Système de détection des pannes SMART



340.00 €

Disque dur Micro Drive IBM 1Go format Compact Flash

Ce disque dur conçu par IBM d'une capacité de 1Go fonctionne soit sur les appareils photo numériques (selon modèle) soit sur les ordinateurs portables et bureau avec un adaptateur pour chaque appareil, ce micro drive permet la sauvegarde et le transport de données de grande capacité



350.00 €

Racks

Rack Mobile pour disque dur UDMA 133 + Ventilateur



22.00 €

Rack Mobile pour disque dur SCSI 2



10.00 €

Rack Mobile pour disque dur SCSI3



75.00 €

Bibliographie

<http://www.pc-infopratique.com>

<http://www.commentcamarche.net>

<http://www.graffiweb.com>

<http://jpeducasse.free.fr>

<http://www.serialata.org>

<http://www.bbs-informatique.fr>