

Disque Dur

Disque Dur (HDD)

- Le disque dur sert de **mémoire de masse**.
- On y enregistre les données et les programmes que l'ordinateur est susceptible de traiter.
- Les PC sont en général équipés d'un disque dur au moins destiné en partie au **système d'exploitation**.
- Il a une grande capacité de stockage exprimée en **Mo** ou **Go**.



Format de Disque

Le disque dur se présente avec trois formes:

- 3,5 pouces (8,89 cm) est la taille standard depuis de nombreuses années. On la trouve on général dans les pc.
- 2,5 pouces (6,35 cm) pour les ordinateurs portables à l'origine et installé sur certains serveurs depuis 2006, et qui est le format des Solid State Disk.
- 1,8 pouces (4,57 cm) pour les baladeurs numériques, les ordinateurs ultraportable, certains disques durs externes.



Interfaces de HDD

L'interface IDE :

(Integrated Drive Electronics) aussi appelé PATA pour Parallel ATA, ils permettent de connecter deux types de périphériques: les disques durs IDE et les lecteurs/graveurs CD/DVD de type IDE à la carte mère. Cette interface créée en 1986 a été remplacée par le SATA, plus petit et plus rapide.

Chaque port IDE de la carte mère permet de brancher deux périphériques: un en **maître**, un en **esclave**.



Interfaces de HDD

L'interface SCSI :

(Small Computer System Interface) permette de relier un ordinateur à des périphériques ou à un autre ordinateur. Ces disques sont aussi très coûteux et nécessitent l'achat d'une carte contrôleur supplémentaire. La technologie SCSI est donc réservée au domaine professionnel.



Interfaces de HDD

L'interface SATA :

Le standard (**S**erial **A**dvanced **T**echnology **A**ttachment) (SATA) est un bus standard permettant la connexion de périphériques de stockage haut débit sur les ordinateurs de type PC. Le standard Serial ATA est apparu en février 2003 afin de pallier les limitations de la norme PATA.

La norme SATA utilise un bus série, permettant des débits supérieurs.



Types de Disque Dur

On distingue des disques durs **fixes (internes)** qui se trouvent dans le boîtier principal (**UC**) et des disques **amovibles (externes)**.

- **Disque Dur Interne**

Par défaut le disque dur est interne, c'est-à-dire intégré à l'ordinateur et directement branché sur la carte-mère. Sauf changement de la part de l'utilisateur, c'est sur ce disque que le système d'exploitation démarre. Un disque dur interne est généralement branché en utilisant un port **SATA** de la carte mère.



Types de Disque Dur

- **Disque Dur Externe**

Un disque dur peut être externe, c'est-à-dire qu'il s'agit d'un disque dur supplémentaire branché sur un des ports d'entrée-sortie de l'ordinateur, généralement le port **USB**.

Techniquement, un disque dur externe, est généralement un disque dur (interne) placé dans un boîtier lui permettant d'être branché sur un des ports d'entrée-sortie de la carte mère.



Composants d'un Disque dur

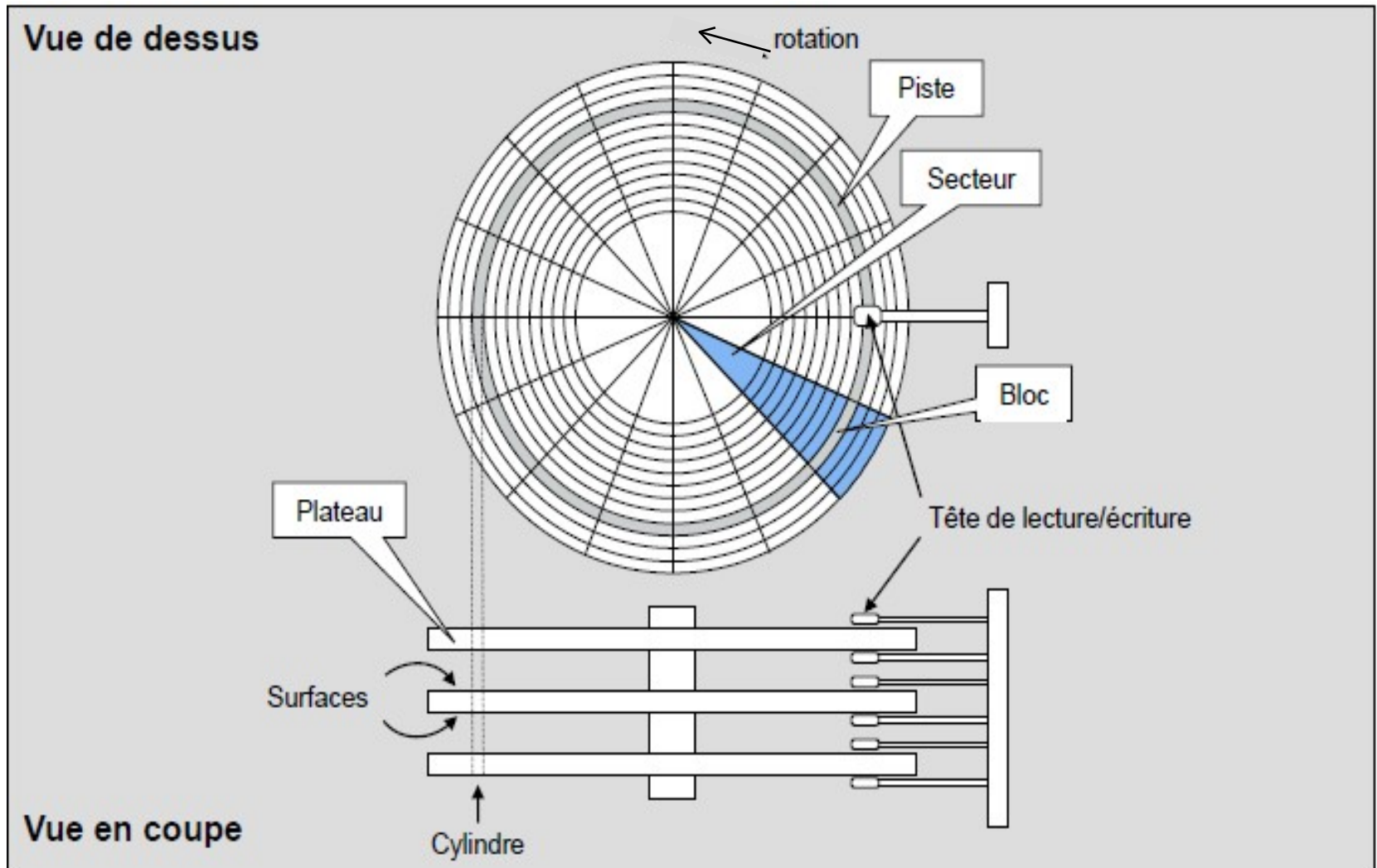
- Plateaux
- Moteur des plateaux
- Bras de lecture
- Têtes de lectures/écritures
- Moteur des bras de lectures/écritures
- Contrôleur de disque
- Interface
- Alimentation



Composants d'un Disque dur

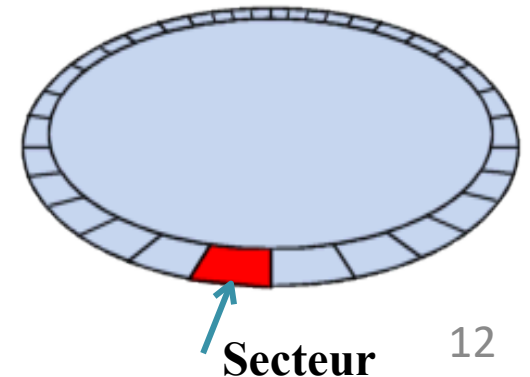
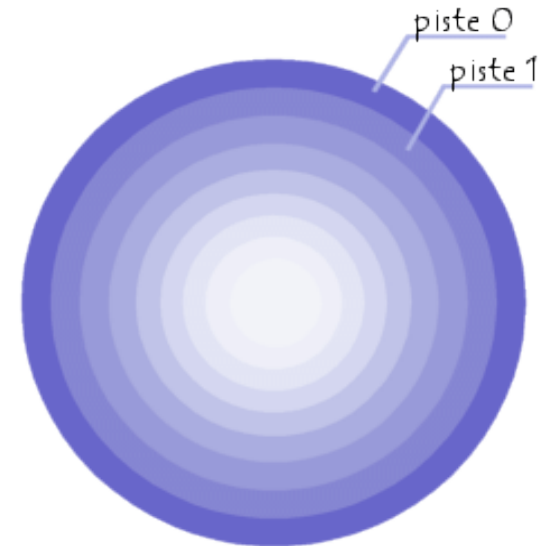
- **Plateaux** : Le disque dur est constitué de plusieurs plateaux de forme circulaire en aluminium ou en verre. Ils permettent de stocker les données sous forme magnétique.
- **Moteur des plateaux** : Il fait tourner l'axe des plateaux dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.
- **Bras de lecture** : Peut se déplacer du milieu vers le bord extérieur, de manière à ce que la tête de lecture/écriture puisse être positionnée n'importe où sur le plateaux.
- **Têtes de lectures/écritures** : Permettent de lire et écrire sur les plateaux, en générale on trouve deux têtes par plateau.
- **Moteur des bras de lectures/écritures** : Permet de faire tourner l'axe des bras.
- **Contrôleur de disque** : Est l'ensemble électronique qui contrôle la mécanique d'un disque dur.
- **L'interface** : Pour connecter le disque dur à la carte mère.
- **Alimentation** : Pour alimenter les composants du disque dur en électricité.

L'organisation d'un Disque Dur



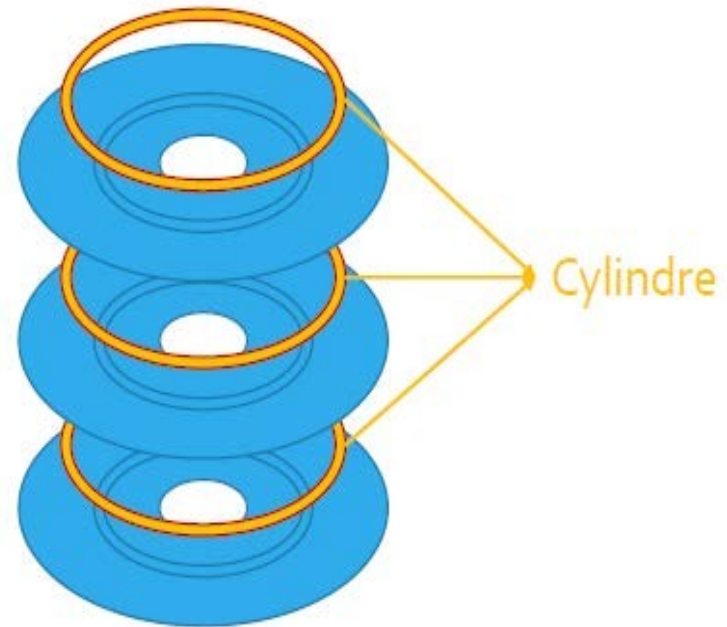
L'organisation d'un Disque Dur

- Chaque **plateau** possédant le plus souvent **2 faces** utilisables. Dans les **faces** de chaque **plateau** les informations sont disposées sur des cercles concentriques appelés **pistes**.
 - ❖ Une **piste** est l'endroit où sont inscrites les données.
- Chaque **piste** est découpée en **secteurs**.
 - ❖ Un **secteur** est la plus **petite unité physique** d'inscriptions (**stockage**) sur une **piste**.



L'organisation d'un Disque Dur

- Les **pistes** situées sur un même diamètre sur les faces des différents plateaux forment un **cylindre**.
- Un **bloc (cluster)** : On appelle cluster la zone minimale que peut occuper un fichier sur le disque.
- Le système d'exploitation utilise des blocs qui sont en fait plusieurs secteurs (entre 1 et 16 secteurs). Un fichier minuscule devra donc occuper plusieurs secteurs (un cluster, taille minimum gérée par Windows).



Structure de l'information

Sur chaque plateau, les données sont disposées sur des **pistes concentriques (« tracks »)** = couronnes circulaires

- L'ensemble des **pistes de même diamètre de tous les plateaux = cylindre (« cylinder »)**
- Chaque piste (cylindre) est numérotée, en partant de l'extérieur du plateau (début : « track 0 » ou « **cylinder 0** » - **près du bord**)
- Chaque piste (cylindre) est divisé en **secteurs (blocs)** (« **sector** », « **block** »)
- Chaque **secteur est numéroté**, en commençant par 1

No. de cylindre (piste) + No. et face de plateau + No. secteur

= possibilité de localiser clairement une zone du disque

- **Exemple d'adressage : Cylindre (piste) 0, Plateau 2 face interne, secteur 12**

Structure de l'information

- Dans la pratique, on **numérote aussi les têtes**, en **commençant par 0**
- On peut donc accéder à un secteur du disque dur à l'aide :
 - ✓ du numéro de **cylindre C** $\in [0, NC-1]$ (NC = nb total de cylindres)
 - ✓ du numéro de **tête H** (« head ») $\in [0, NT-1]$ (NT = nb. total de têtes)
 - ✓ du numéro de **secteur S** $\in [1, NS]$ (NS = nb total de secteurs/plateau)

Adressage **CHS** (**C**ylinder/**H**ead/**S**ector)

Structure de l'information

Adressage LBA (« Logical Block Addressing »)

Permet de désigner d'une façon unique un secteur d'un disque

- Idée : masquer totalement la géométrie du disque aux programmes qui l'utilisent
- Chaque secteur est donc désigné par un numéro unique $A = 0.. N-1$ avec $N =$ nb. total des secteurs du support
- Puisque N ne dépend plus de la géométrie du support
 - possibilité d'utiliser le LBA quelque soit le type de support, pas seulement des disques durs
 - emploi avec des clés USB, bandes magnétiques etc !
- Possibilité également de gérer un nombre plus important de secteurs
 - des disques durs plus grands
- Pour les disques durs :
 - conversion CHS/LBA : $A = (C \times NT \times NS) + (H \times NS) + S - 1$
 - conversion LBA/CHS :

$$S = (A \% NS) + 1$$

$$H = (A - S + 1) / NS \% NT$$

$$C = (A - S + 1) / NS \div NT$$

Fonctionnement

- Les **plateaux** tournent autour d'un **axe** dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.
- La lecture et l'écriture se font grâce à des **têtes de lecture/écriture** situées de part et d'autre de chacun des plateaux et fixées sur un axe.
- Un **DSP (Digital Signal Processor)** se charge de la conversion des données analogiques en données numériques compréhensibles par l'ordinateur (0 ou 1).

Caractéristiques d'un HDD

- Son type (interne/externe).
- Sa capacité exprimée en Go.
- Sa densité exprimée en Go par plateau.
- Sa vitesse de rotation exprimée en tours par minutes.
- Son temps d'accès exprimé en millisecondes.
- Son interface, IDE, SCSI ou SATA.
- Son taux de transfert moyen exprimé en Mo par seconde.
- Sa mémoire cache (tempon).

La densité

- **Densité linéaire** : Nombre de bits par pouce sur une piste donnée (***bpi**: Bit per Inch*).
- Elle influence le débit de disque.
- Et la capacité du disque.
- **Densité radiale** : Nombre de pistes par pouce (***tpi**: Track per Inch*).
- **Densité surfacique** : Nombre de bits par unité de surface (s'exprime en bits par pouce carré).

La capacité

C'est certainement la capacité qui constitue la caractéristique la plus intéressante d'un disque dur. Elle indique en effet quel volume de données peut être stocké sur ce disque dur.

**La capacité du disque = Nombre de cylindres *
Nombre de secteurs/piste * Nombre
d'octets/secteurs * Nombre de têtes (Nombre
de faces)**

La vitesse de rotation

Vitesse à laquelle les plateaux tournent, exprimée en tours par minutes (notés ***rpm*** pour ***rotations par minute***). La vitesse des disques durs est de l'ordre de 7200 à 15000 rpm.

- Plus la vitesse de rotation d'un disque est élevée, plus le débit du disque est meilleur .
- En revanche, un disque possédant une vitesse de rotation élevée est généralement plus bruyante et chauffe plus facilement.

Le taux de transfert

C'est la quantité de données pouvant être lues ou écrites sur le disque par unité de temps. Il s'exprime en (**bits** par **seconde**).

$$\text{Débit} = \text{Capacité d'une piste} * \text{La vitesse de rotation en (tr/s)}$$

Le temps d'accès moyen

Temps d'accès moyen : Le temps moyen que met la tête pour se positionner sur la bonne piste et accéder à la donnée.

$$\text{Temps d'accès (moyen)} = \text{Temps de positionnement moyen} + \text{Temps de latence moyen} + \text{Temps de lecture d'un secteur}$$

Temps de positionnement (seek time): Est le temps nécessaire pour positionner la tête de lecture sur le cylindre désiré. On peut distinguer :

- **Le temps de positionnement minimal** qui correspond au positionnement de la tête sur le cylindre adjacent (de 1,5 à 20 ms).
- **Le temps de positionnement maximal** correspondant à la traversée de l'ensemble des cylindres (de 100 à 200 ms).

Le temps d'accès moyen

Temps de latence ou délai rotationnel :

C'est le temps écoulé entre le moment où le disque trouve la piste et le moment où il trouve les données.

$\text{Temps de latence} = 60 / \text{Vitesse de rotation par minute}$

$\text{Temps de latence moyen} = \text{Temps d'un demi-tour}$

Temps de lecture d'un secteur :

$\text{Temps de lecture d'un secteur} = \text{Temps d'un tour} / \text{Nombre de secteurs par piste}$

Mémoire cache (tampon)

Les disques durs embarquent également un peu de mémoire vive leur permettant de travailler encore plus rapidement et surtout, plus confortablement.

Cette mémoire est également appelée « mémoire tampon ». Ceci s'explique par le fait que les informations devant être écrites sur le disque dur, sont stockées temporairement sur cette mémoire. De même, lorsque le disque dur effectue un travail de lecture, des informations peuvent y être stockées lorsque celles-ci risquent d'être de nouveau utilisées. Ainsi, la tête de lecture (élément plus lent) s'épargne du travail.

HDD vs SSD

CARACTÉRISTIQUES	HDD	SSD
DURÉE DE VIE	Environ 5 à 10 ans en moyenne	Dépend du TBW (téraoctets écrits) du SSD
VITESSE DE LECTURE/ÉCRITURE	Vitesse de 30 à 200 Mo par seconde (Mo/s)	SSD SATA : environ 500 Mo/s SSD NVMe : 5000 Mo/s en vitesse d'écriture et jusqu'à 7000 Mo/s en vitesse de lecture
PRIX	Excellent rapport capacité-prix	Prix au Go évolutif
CAPACITÉ DE STOCKAGE	Jusqu'à 18 To	2 To à 8 To en moyenne
EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE	Consommation stable sur la durée	Consommation importante pour les SSD NVMe