

STRUCTURE DE FICHIERS & STRUCTURE DE DONNÉES

CHAPITRE II

TECHNOLOGIE DES SUPPORTS

Contenu de chapitre

- Disques optiques
- Supports magnétiques
- Autres supports de stockage

Disques optiques

CD, DVD, Blu-ray

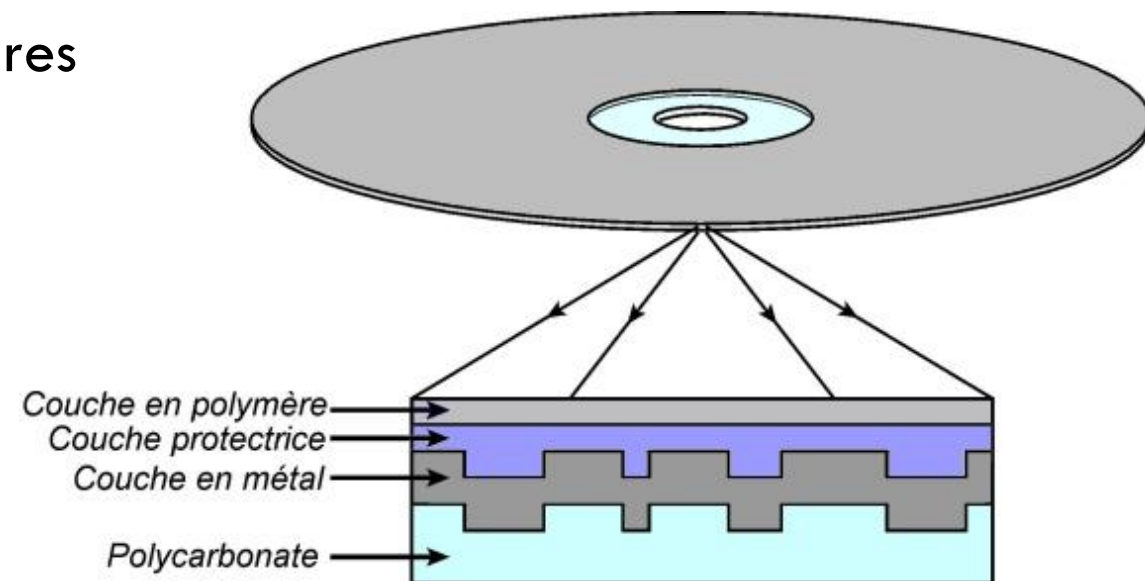


Disques optiques: Principe & Types

- Les disques optiques sont un type de support de stockage de données qui utilisent la technologie laser pour lire et écrire des informations.
- Ils sont généralement utilisés pour stocker des fichiers multimédias (audio, images, vidéo) et pas forcément utilisés par des ordinateurs. Différents lecteurs spécifiques sont disponible sur le marché.
- En ordinateur, les disques optiques sont aussi utilisés pour l'installation des systèmes d'exploitations et d'autres logiciels ainsi de faire des copies de sécurité.
- Un disque optique est un disque circulaire plat qui offre une capacité de stockage mesurée en Go.
- Il existe trois types connus des disques optiques:
 - ▣ CD-ROM (Compact Disque Read-Only Memory) introduits 1981 puis en 1984.
 - ▣ DVD (Digital Versatile Disc) introduits en 1996 pour stocker des vidéo.
 - ▣ Blu-ray: introduits en 2006 pour stocker des vidéos en HD.

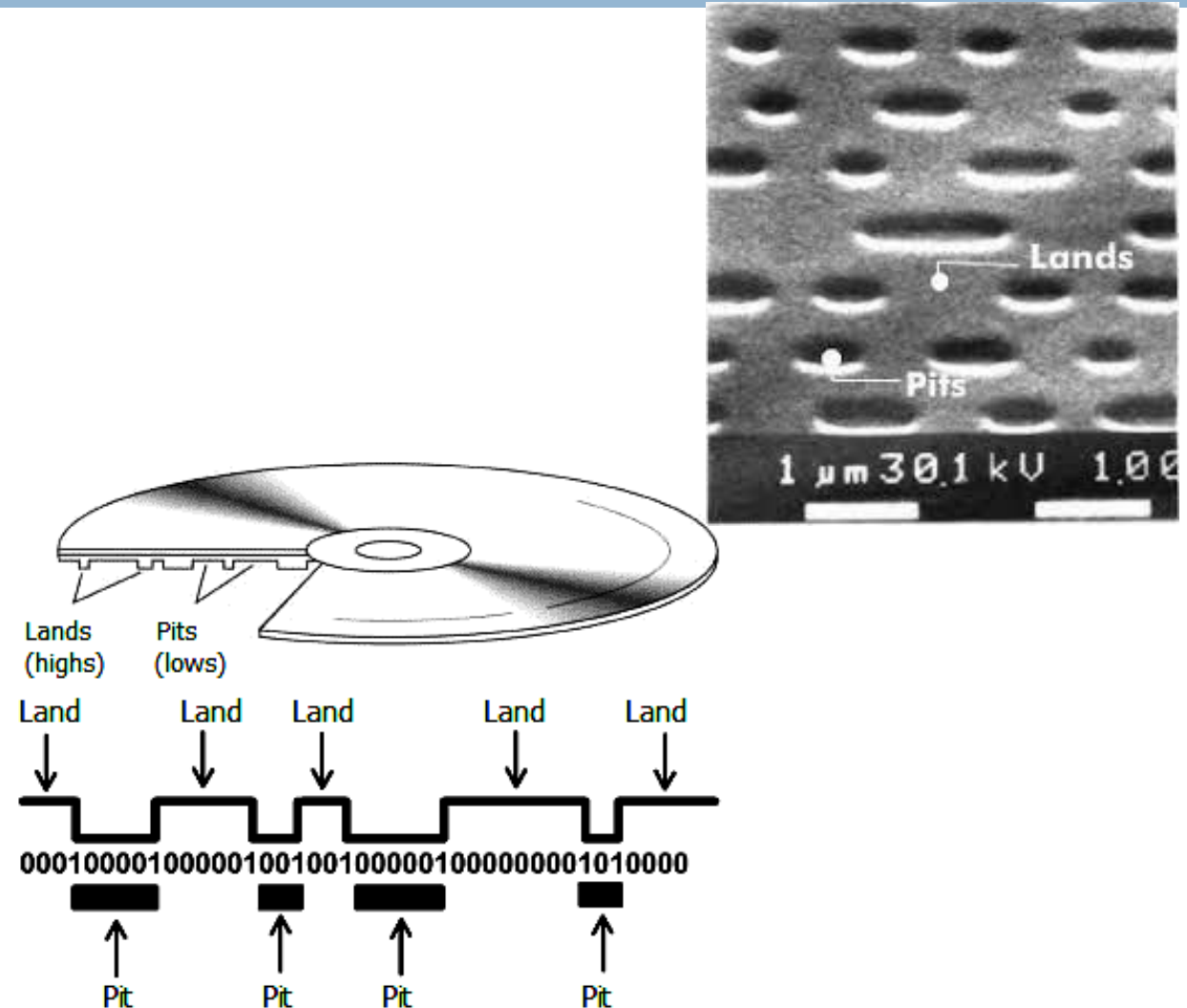
Disques optiques: Structure

- **Couche polycarbonate:** plastique résistant et transparent pour la protection et faire passer la lumière de laser.
- **Couche métallique (Aluminium):** les données sont codées sur cette couche sous forme de creux microscopiques (**pits**) et de surfaces planes entre eux (**lands**). Lorsque le laser du lecteur de CD passe sur cette couche, il détecte les variations dans la réflectivité causées par les pits et les lands, ce qui permet de lire les données 1 et 0 respectivement.
- **Couche protection :** pour empêcher les rayures et les dommages physiques de la surface du CD-ROM. Cette couche de protection est généralement constituée d'un revêtement de vernis ou de plastique.
- **Couche polymère :** la face de disque sur laquelle des inscriptions sont imprimées.



Disques optiques: Processus d'écriture

- Des petits creux (**pits**) et des zones plates (**lands**) sont physiquement gravés ou pressés dans la couche aluminium.
- Les creux et plats sont disposés en une piste en spirale qui s'étend de manière spirale depuis le centre du disque.
- La présence ou l'absence d'un creux à un endroit particulier représente un 1 ou un 0 binaire, respectivement.



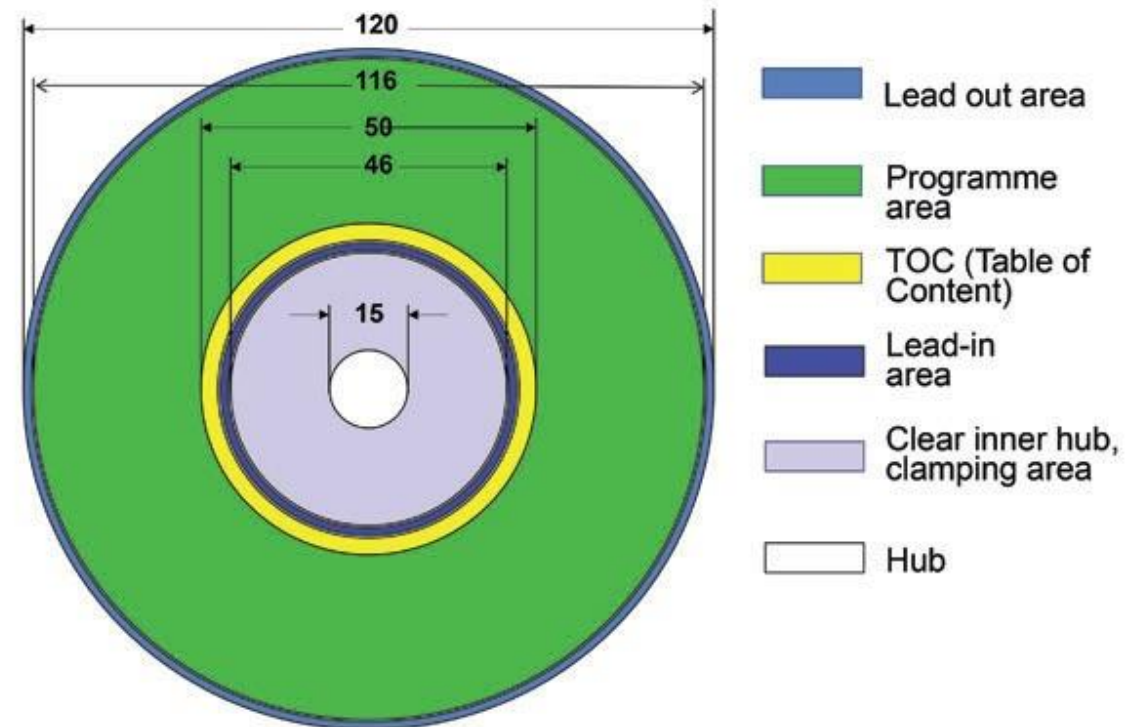
Disques optiques: Processus de lecture

- Un faisceau laser est dirigé vers la surface du disque.
- Le faisceau laser est focalisé sur la piste en spirale.
- Lorsque le faisceau laser rencontre un creux, une partie de la lumière est dispersée, et lorsqu'il rencontre un plat, plus de lumière est réfléchie.
- La rotation du disque est synchronisée avec le mouvement du laser pour garantir que le laser puisse accéder à toutes les parties du disque.



Disques optiques: Composition logique

- Un CD-ROM et CD audio sont constitués d'un ensemble de zones de stockage:
 - ▣ **Lead-in:** contenant des informations décrivant le contenu du support. Elle s'étend du rayon 23 mm au rayon 25 mm et sert au lecteur de CD à suivre les creux en spirale afin de se synchroniser avec les données présentes dans la zone *programme*
 - ▣ **Programme:** est la zone contenant les données. Elle commence à partir d'un rayon de 25 mm , s'étend jusqu'à un rayon de 58mm .
 - ▣ **Lead-Out:** contenant des données nulles marquant la fin du CD.
 - ▣ **TOC:** contenant une liste organisée de toutes les pistes audio ou données contenues sur le disque.



Disques optiques: CD vs DVD vs Blu-ray

- Type de laser:
 - ▣ CD : utilise un laser infrarouge d'une longueur d'onde de 780 nm.
 - ▣ DVD : utilise un laser rouge d'une longueur d'onde de 650 nm.
 - ▣ Blu-ray : utilise un laser bleu d'une longueur d'onde de 405 nm.
- Capacité de Stockage :
 - ▣ CD : peuvent stocker généralement jusqu'à 700 Mo de données.
 - ▣ DVD : offrent une capacité de stockage d'environ 4,7 Go à 9,4 Go.
 - ▣ Blu-ray : offrent une capacité de stockage significativement plus élevée, allant de 25 Go à 100 Go.
- Qualité Audio/Vidéo :
 - ▣ CD : offrent une qualité audio standard,
 - ▣ DVD : offrent une qualité vidéo et audio supérieure par rapport aux CD.
 - ▣ Blu-ray : offrent une qualité vidéo et audio haut de gamme, prenant en charge la haute définition (HD) et la résolution 4K.

Disques optiques: Démo

Link: <https://www.youtube.com/watch?v=H-jxTzFrnpg>

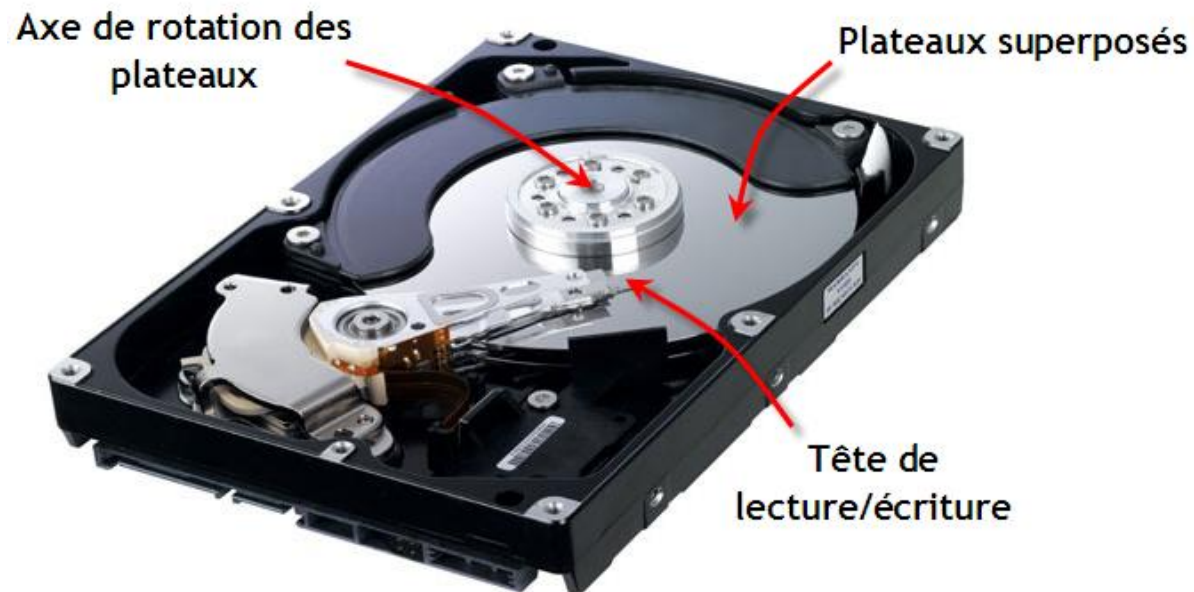
Supports magnétiques

Disque Dur = HDD = Hard Disque Drive



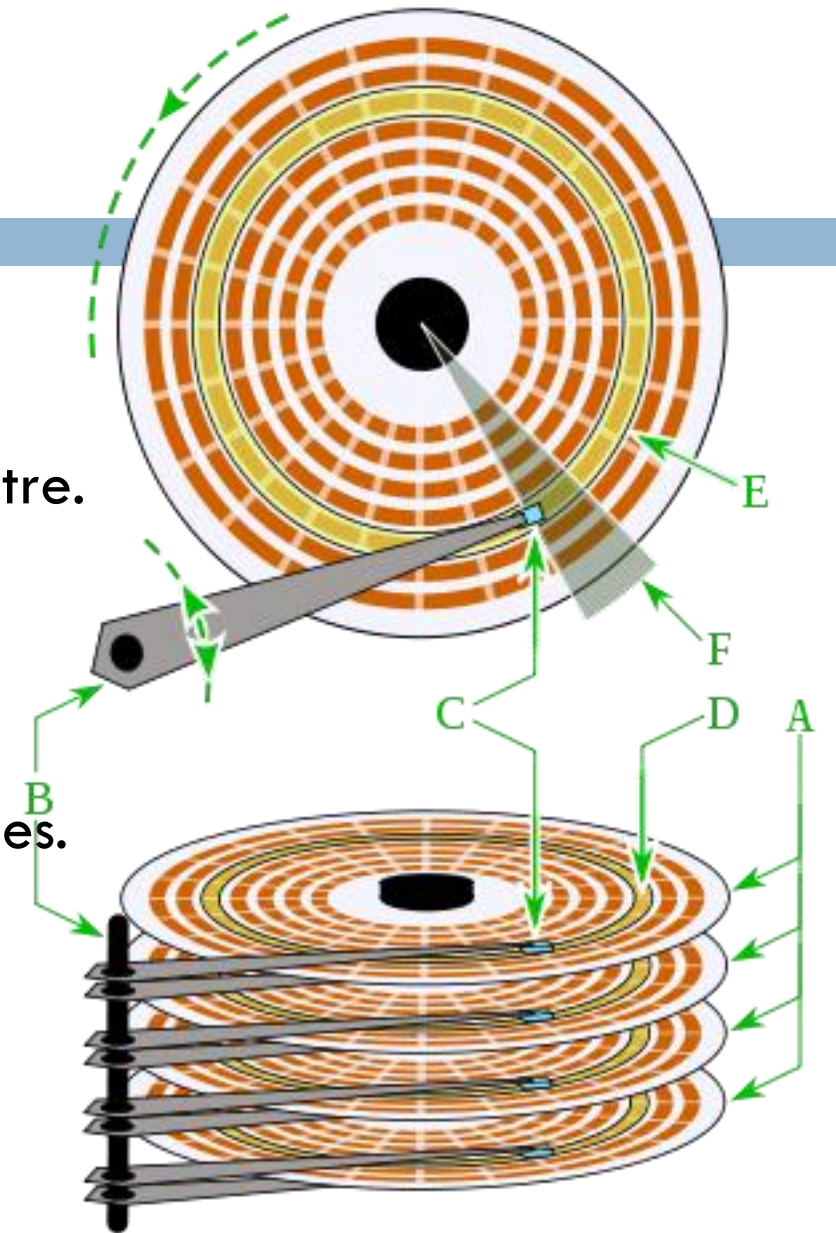
HDD: Hard Disc Drive ou Disque Dur

- Un disque dur est constitué de plusieurs disques ou **plateaux** empilés et en rotation autour du même axe.
- Chaque face d'un disque est lue ou écrite par une tête de lecture.
- Toutes les têtes se déplacent en même temps, seule la distance tête-axe de rotation varie.



HDD: Structure interne

- Les disques sont structurés en pistes et en secteurs.
- Chaque piste ou secteur comporte le même nombre d'octets. La densité est plus grande sur les pistes du centre.
- Un secteur est repéré par son disque, le numéro de la piste qui lui comporte et son numéro sur cette piste.
- La plupart des système utilisent la notion de cylindre: ensemble des pistes de même position sur tous les disques. Un secteur est alors repérer par:
 - ▣ N. de cylindre = distance tête-axe de rotation.
 - ▣ N. de piste = numéro de tête de lecture.
 - ▣ N. de secteur = angle de position de la tête.
- L'unité de lecture ou d'écriture sur un disque dur est le secteur, **bloc physique**.



A : plateau ; B : bras ; C : tête ;
D : cylindre ; E : piste ; F : secteur

HDD: Propriétés (1 / 4)

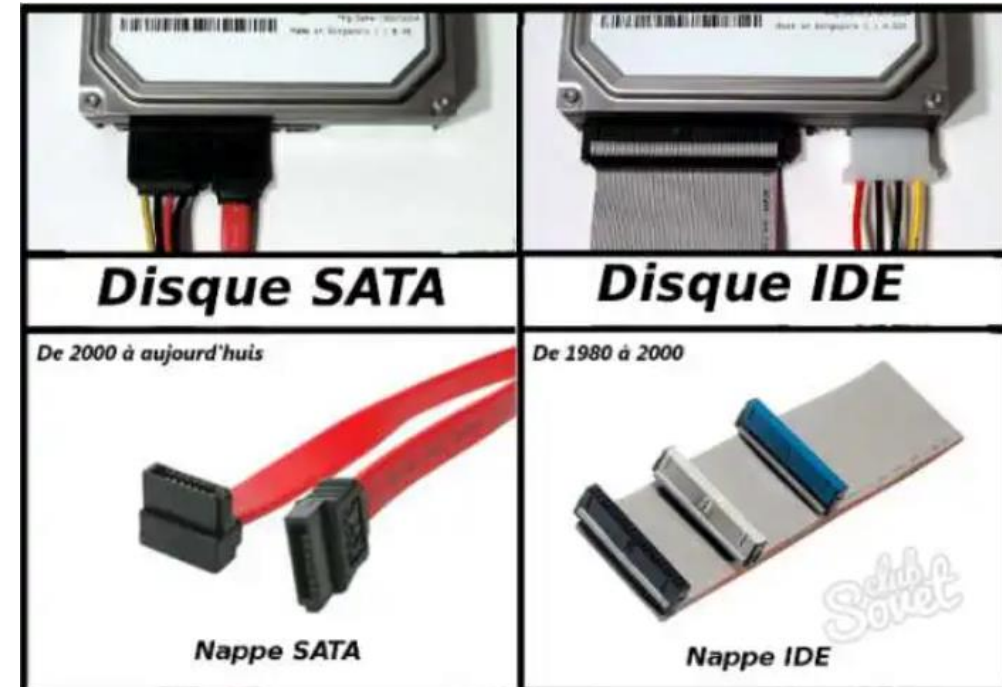
- **Capacité:** la quantité totale de données qu'il peut stocker. Elle est généralement mesurée en gigaoctets (Go) ou téraoctets (To). Elle peut être calculée par la formule suivante:
$$\text{Nbre cylindres} \times \text{Nbre têtes} \times \text{Nbre secteurs par piste} \times \text{Nbre octets par secteur}$$
- ▣ Exemple: Un disque SATA Hitachi (2005): 63 secteurs, 255 têtes, 10011 cylindres, 512 octets par secteur => taille = 82343278080 octets = 82,343 Go.
- **Vitesse de rotation:** exprimée en tours par minute (tr/min ou RPM = Revolutions Per Minute), indique à quelle vitesse les plateaux internes du disque dur tournent. Les disques durs conventionnels ont des vitesses de rotation typiques de 5400 RPM ou 7200 RPM.

HDD: Propriétés (2/4)

- **Temps d'accès:** la durée nécessaire pour rechercher et accéder à des fichiers stockés sur le disque. Ce temps est généralement mesurés en millisecondes (ms). Il se compose de trois composantes principales :
 - ▣ **Temps de Recherche :** le temps nécessaire pour déplacer la tête de lecture/écriture du disque dur vers la piste où se trouve le fichier désiré. Ce temps dépend de la distance que la tête doit parcourir. Il est mesuré en millisecondes et peut varier en fonction de la conception du disque dur.
 - ▣ **Temps de Latence :** le temps d'attente pour que le secteur du disque dur contenant les données de fichier passe sous la tête de lecture/écriture. Il est principalement due à la rotation du disque.
 - ▣ **Temps de transfert :** le temps nécessaire pour transférer les données du disque vers la mémoire de l'ordinateur. Il dépend de la vitesse de transfert du disque et de la taille des données à transférer.

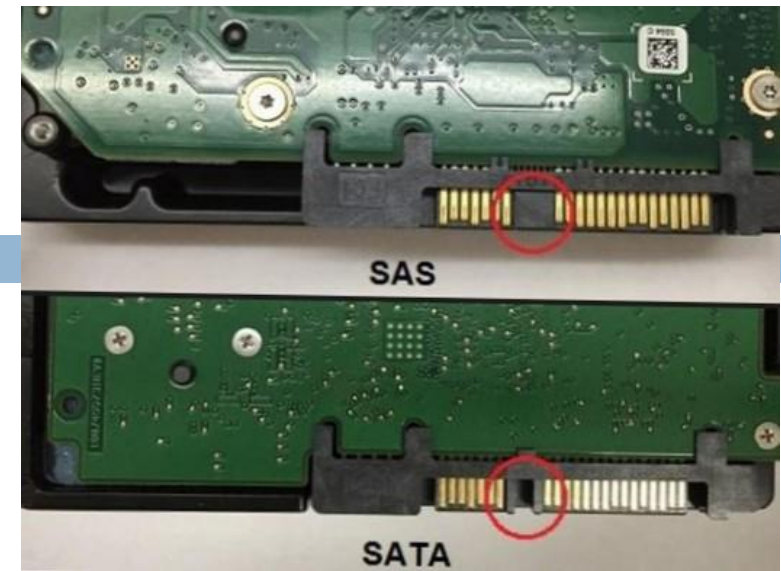
HDD: Propriétés (3/4)

- **Interface:** la manière dont il se connecte à l'ordinateur ou au système. Les disques durs peuvent utiliser différentes interfaces:
 - ▣ **IDE (Integrated Drive Electronics):** utilise des câbles plats à plusieurs broches pour connecter les périphériques de stockage, tels que les disques durs et les lecteurs de CD/DVD, à la carte mère de l'ordinateur.
 - ▣ **SATA (Serial Advanced Technology Attachment) :** Une interface couramment utilisée pour les disques durs internes et externes. Elle offre une bonne combinaison de vitesse et de compatibilité.



HDD: Propriétés (4/4)

- ▣ **SAS (Serial Attached SCSI)** : plus rapide et robuste principalement utilisée dans les environnements professionnels et serveurs.
- ▣ **USB (Universal Serial Bus)** : pour les disques durs externes, offrant une grande facilité d'utilisation.
- ▣ **Thunderbolt** : interface à haute vitesse adaptée aux besoins de transfert de données intensifs.



HDD: Processus de lecture/écriture

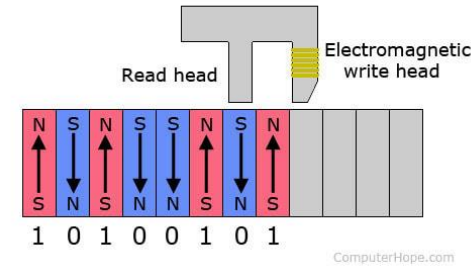
Le contrôleur de disque est responsable de piloter les moteurs de rotation et le déplacement des têtes de lecture/écriture et d'interpréter les signaux électriques reçus de ces têtes pour les convertir en bits ou inversement:

1. Déplacement de la tête sur le bon cylindre
2. Rotation de disque pour positionner la tête sur le bon secteur
3. Transfert des données sur ou depuis le secteur

Link:

<https://www.youtube.com/watch?v=gC111YPJEk>

HDD: Principe de lecture/écriture (1 / 2)



- Un disque dur repose sur l'utilisation de champs magnétiques pour enregistrer et récupérer des données.
- Les disques à l'intérieur d'un disque dur sont fabriqués en aluminium ou en verre recouvert d'une fine couche de matériau magnétique: cobalt ou du fer.
- **Principe de lecture:**
 - ▣ la tête est positionnée au-dessus de la zone où les données sont stockées.
 - ▣ la surface magnétique du plateau induit un courant électrique dans la tête en fonction de la polarité magnétique des particules rencontrées.
 - ▣ le courant est ensuite converti en données numériques.
- **Principe d'écriture:**
 - ▣ un courant électrique est envoyé aux têtes.
 - ▣ le courant crée un champ.
 - ▣ la tête est positionnée au-dessus de la zone où les données doivent être enregistrées sur le plateau.
 - ▣ la tête génère un champ magnétique qui modifie la polarité d'une cellule (Nord-SUD = 1, Sud-Nord = 0)

HDD: Principe de lecture/écriture (2/2) Démo

Link: <https://www.youtube.com/watch?v=wteUW2sL7bc>

Autres supports de stockage

Mémoire Flash

Mémoire Flash: Types

- Les mémoires flash sont couramment utilisées dans une variété d'applications, notamment les clés USB, les cartes mémoire, les disques SSD (Solid State Drives) et les appareils électroniques portables.



Disque USB



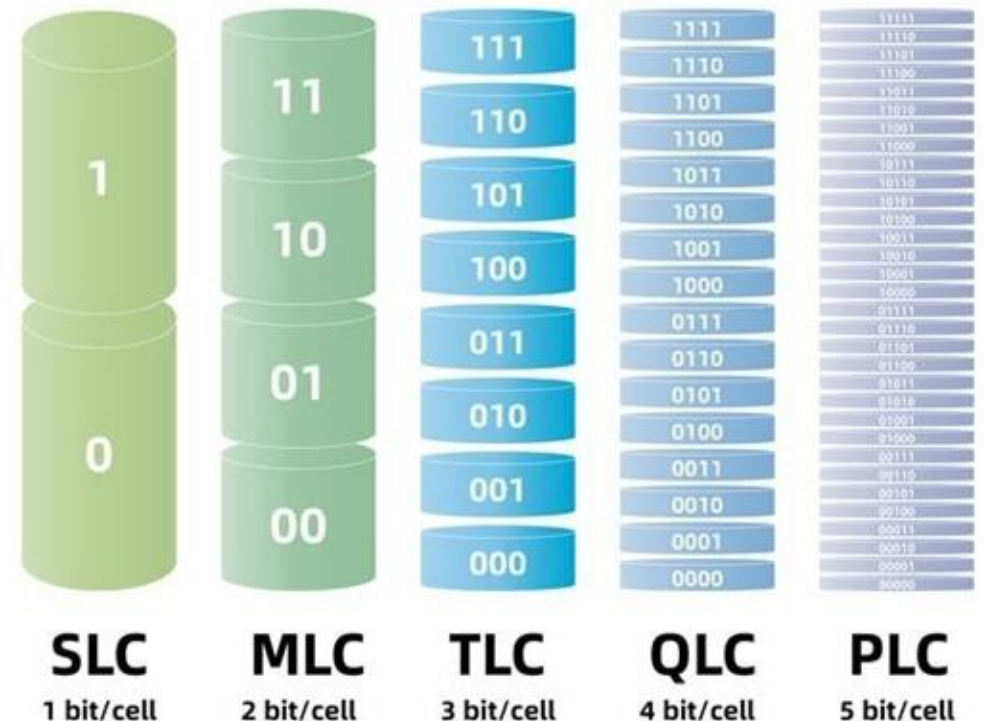
Carte mémoire



Disque SSD = Solid State Disc

Mémoire Flash: Principe (1 / 3)

- Les mémoires flash sont basés sur une technologie de stockage de données à base des semi-conducteurs qui permet de stocker et de lire des informations de manière électronique sans avoir besoin de pièces mobiles.
- La mémoire flash est un type d'EEPROM qui permet la modification de plusieurs espaces mémoires en une seule opération → plus rapide.
- Elles sont composées de milliards de cellules de mémoire, qui sont de petites unités de stockage de données. Chaque cellule peut stocker un ou plusieurs bits:

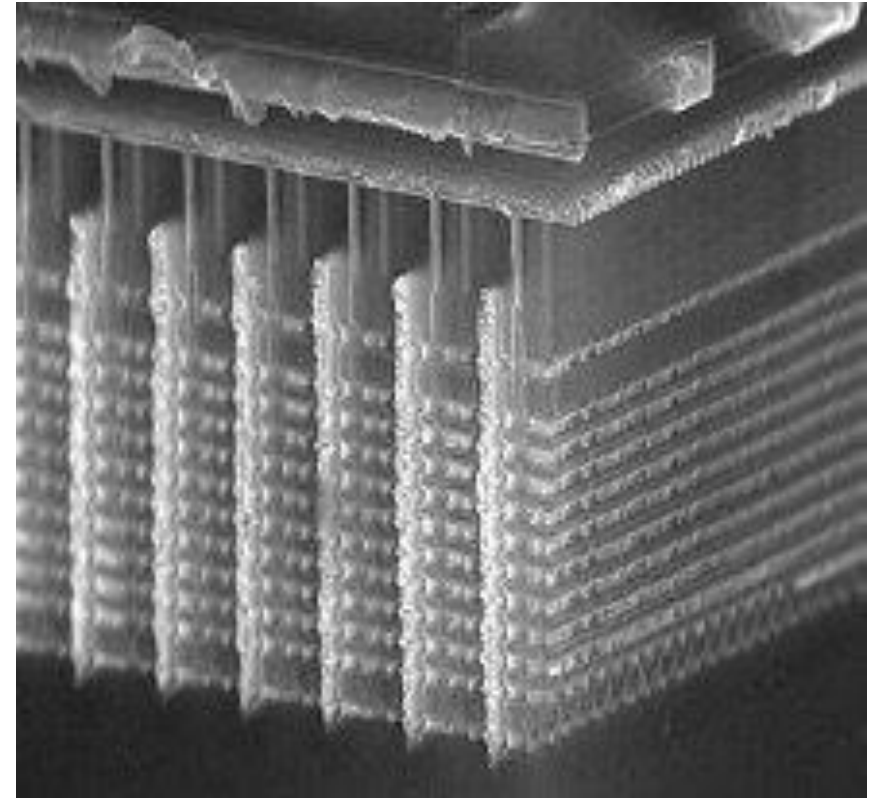


Mémoire Flash: Principe (2/3)

- Le stockage des données se fait en modifiant l'état électrique de la cellule. Chaque cellule contient un **transistor** et un **condensateur**. L'état du condensateur (chargé 1 ou déchargé 0) représente le bit stocké.
- L'écriture dans une cellule de mémoire flash se fait en appliquant une tension électrique appropriée au transistor de la cellule. Si les données doivent être modifiées, le condensateur est rechargé ou déchargé en fonction du nouveau bit à stocker.
- Pour lire les données, une tension est appliquée au transistor de la cellule, et la charge ou la décharge du condensateur est détecté. En fonction de l'état du condensateur, le bit stocké est lu comme un 0 ou un 1.
- Les mémoires flash ont une durée de vie limitée en termes de cycles d'écriture et d'effacement. Chaque fois que des données sont écrites dans une cellule, cela peut affecter sa durabilité. Cependant, les fabricants de mémoires flash ont développé des algorithmes de gestion pour répartir l'écriture des données uniformément dans toutes les cellules, ce qui prolonge la durée de vie du dispositif.

Mémoire Flash: Principe (3/3)

- ❑ Les mémoires flash offrent des vitesses de lecture et d'écriture élevées par rapport aux disques durs traditionnels en raison de l'absence de pièces mobiles. Cela les rend idéales pour les applications nécessitant un accès rapide aux données.
- ❑ Les mémoires flash consomment moins d'énergie que les disques durs, ce qui les rend efficaces sur le plan énergétique, en particulier pour les appareils mobiles.
- ❑ La technologie 3D NAND est le plus couramment utilisée. Elle empile plusieurs cellules les unes sur les autres ce qui permet de doubler considérablement la densité et les performances sans nuire à la fiabilité.



Mémoire Flash: Démo

Link: <https://www.youtube.com/watch?v=5Mh3o886qpg>