

## I. INTRODUCTION

De nos jours, les supports de stockage sont partout. Que ce soit pour transférer un fichier d'un ordinateur à un autre ou pour ne pas perdre des sauvegardes, nous utilisons tous des technologies de stockage.

Avant d'inventer des technologies utilisant l'électricité, les hommes ont trouvé d'autres moyens de stocker de l'information. En effet, les premiers supports d'information sont apparus au début du XVIIIe siècle : il s'agissait de la carte perforée qui était utilisée notamment pour les métiers à tisser. On pouvait retrouver cette technologie dans les boîtes à musique qu'on devait faire tourner pour créer un son. S'inspirant de cette innovation, Herman Hollerith inventa une machine capable de lire un support contenant des trous et donc de stocker de l'information. Il l'utilisa en 1890 pour le recensement démographique qui ne dura qu'un an contrairement à dix avant cette invention. Satisfait de son travail, Herman créa sa société que nous connaissons tous aujourd'hui : IBM.

Cependant, les systèmes de stockage ont énormément évolué. Effectivement, l'information a pu être stockée en plus grande quantité en passant d'un stockage sur bande magnétique à un stockage sur disquette puis sur CD-Rom etc... Ainsi, au début des années 1970, le disque souple ne pouvait contenir qu'une centaine d'octets tandis que nous atteignons maintenant un téraoctet pour une clé USB. Ces observations sont confirmées par la loi de Kryder et aussi celle de Moore qui prévoient que la capacité de stockage de nos supports peut doubler en un an pour un prix d'achat toujours en baisse. C'est pourquoi les géants du support de stockage tels qu'IBM, Apple ou encore Google sont en perpétuelle concurrence pour permettre à leurs clients de stocker plus tout en payant moins cher. Pour plus d'information sur l'historique du stockage

Dans notre exposé, nous nous sommes intéressés à trois types de stockage informatique modernes que nous utilisons tous : le disque dur magnétique, le CD et la clé USB. Mais comment fonctionnent ces trois supports de stockage? Comment l'information est-elle écrite et lue sur ces différents supports? Voici les questions auxquelles nous allons essayer de répondre dans notre TPE. Tout d'abord, nous allons présenter la forme que prend l'information en informatique. Ensuite, nous nous intéresserons aux différents supports de stockage que nous détaillerons un par un.

## II. DEFINITION

En informatique, le stockage désigne le moyen ou l'endroit où les données sont conservées sous forme électromagnétique ou optique, afin d'être ensuite mise à la disposition d'un processeur.

## III. LES DIFFERENTS TYPES DE SUPPORTS DE STOCKAGES

### A. LE SUPPORT MAGNETIQUE

Il s'agit du support magnétique. Ce type de support informatique est utilisé pour les disques durs magnétiques. Premièrement, nous présenterons les différentes parties d'un disque dur. Ensuite, nous aborderons l'écriture et la lecture sur ce support. Enfin, nous étudierons l'évolution du disque dur magnétique depuis sa création.

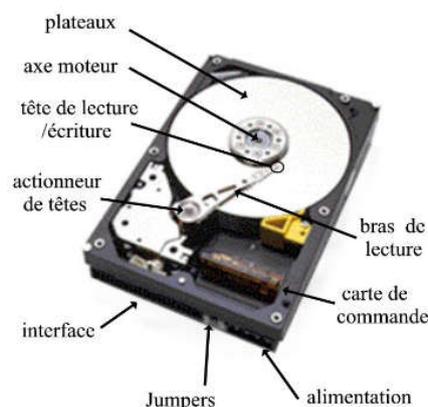
#### 1. Présentation du disque dur magnétique

Un disque dur se compose de plusieurs plateaux tournant autour d'un axe à environ 7 200 tours/minute. On peut stocker de l'information sur les deux faces d'un plateau. Les têtes de lecture / écriture d'informations circulent à une distance des plateaux de 10 nm (1 nm = 10<sup>-9</sup> mètre). Cette distance est maintenue par un coussin d'air créé par le plateau en rotation. La tête de lecture / écriture ne doit jamais toucher la surface du disque au risque d'endommager le disque. Dans ce cas, on parle d'atterrissage.



***Disque dur magnétique victime d'un atterrissage. On peut remarquer une trace créée par la tête de lecture / écriture.***

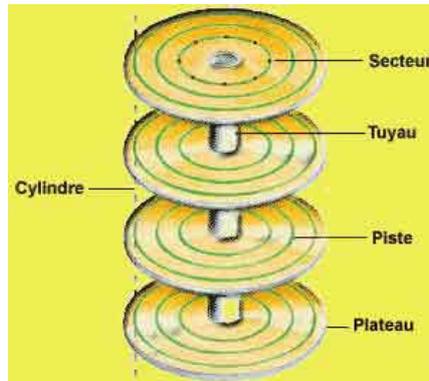
Ces têtes bougent grâce à un bras mécanique. Le contrôleur du disque (qui est aussi appelé la carte de commande) indique aux têtes de lecture / écriture l'endroit exact où elles doivent se positionner. Le schéma ci-dessous présente les différentes parties d'un disque dur :



***Schéma d'un disque dur***

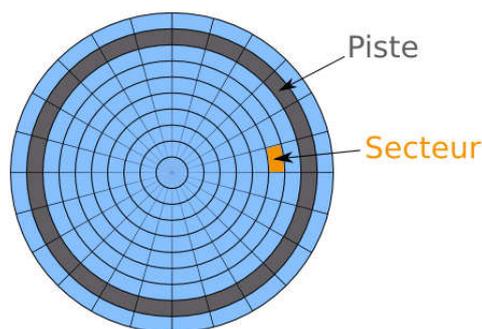
Les plateaux d'un disque dur magnétique sont empilés les uns sur les autres.

Voici le schéma des différents plateaux d'un disque dur :



**Schéma des différents plateaux d'un disque dur. Le tuyau correspond à l'axe autour duquel tournent les plateaux.**

Un plateau est divisé en pistes elles-mêmes divisées en secteurs comme présenté sur le schéma ci-dessous :



**Schéma d'un plateau**

Les plateaux du disque sont donc construits selon une géométrie bien définie. Cette géométrie permet au contrôleur du disque d'indiquer aux têtes de lecture / écriture l'endroit exact où elles doivent se positionner : on parle d'adresse sur le disque. Chaque secteur est caractérisé par ses coordonnées : (n° de piste, n° de face, n° de secteur). En formatant le disque dur, on attribue ses coordonnées à chaque secteur.

Les secteurs sont divisés en îlots d'aluminium qui sont capables de mémoriser leur champ magnétique même si le disque dur n'est plus alimenté.

## **2. L'évolution des disques durs :**

La durée de vie d'un disque dur magnétique n'est pas supérieure à 15 ans en moyenne car l'exposition à un aimant détruit petit à petit le fonctionnement du magnétisme. La non-étanchéité du boîtier augmente le risque d'introduction de particules de poussière susceptibles d'endommager le disque et le mécanisme du bras. En effet, un simple grain de poussière peut casser le mécanisme du disque et avoir les mêmes effets qu'un atterrissage.

Les disques durs magnétiques sont donc de moins en moins utilisés. Ils sont complétés par les disques durs SSD qui ont l'avantage de ne pas avoir d'éléments mécaniques donc de ne pas chauffer lors du fonctionnement et d'être beaucoup plus rapide. Cependant, les disques durs magnétiques ont considérablement évolué depuis leur création. En effet, le premier disque dur magnétique fut dévoilé par IBM en 1956. Il s'agissait de l'IBM 305 Ramac. Sa capacité était de 5 mégaoctets. Le prix du mégaoctet était de 10 000 \$ / Mo ce qui portait le prix de vente à 50 000 \$. Aujourd'hui, un disque dur magnétique classique a une capacité de 1 To et coûte environ 60 \$ (d'après "Topachat.com"). Le prix par mégaoctet est donc de  $60 / 1\,000\,000 = 0,00006$  \$ / Mo. Le prix a donc considérablement baissé.

Néanmoins, la recherche dans le domaine de stockage informatique est en pleine évolution et les disques durs magnétiques deviendront très prochainement obsolètes.



## B. LE SUPPORT OPTIQUE

Le stockage sur les disques optiques permet de mettre en mémoire les sons, les images et des données numériques.

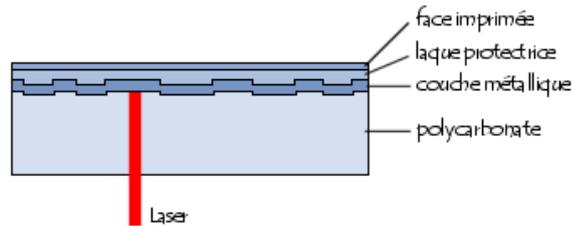
Le premier disque optique fut inventé en 1982 par les sociétés Phillips et Sony, c'est le CD : Compact Disc. C'est celui-ci dont nous allons étudier la composition et le fonctionnement. Nous verrons ensuite les différents disques optiques.

### 1. Présentation du disque optique:

Le disque optique est un disque de 12cm de diamètre et d'environ 1,2mm d'épaisseur (l'épaisseur peut varier entre 1,1 et 1,5mm).

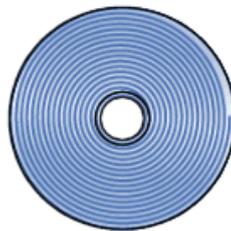
Les différentes parties d'un CD sont les suivantes :

- une couche en polymère pour obtenir une face supérieure imprimée.
- une couche de laque acrylique anti UV(Ultra-Violet) créant un film protecteur pour les données.
- une fine pellicule métallique (or 24 carat ou alliage d'argent) constituant la couche réfléchissante.
- un substrat en matière plastique (polycarbonate).



***Vue en coupe de la surface d'un disque optique***

Les données sont gravées sur une piste en spirale longue de 5 km qui va du centre vers le bord du disque. Cela représente 22188 tours pour parcourir la totalité du disque.



***Face d'un disque optique***

## **2. L'évolution de l'optique dans les différents types de stockage**

Un CD permet d'écrire 600 à 700 MO de données pour 74 minutes de musique. Une heure et demie de vidéo numérique nécessite 6 à 7 fois plus de données soit 4 à 4.2 GO: c'est la capacité des DVD 1 face.

Un DVD permet donc d'écrire, à surface égale, 6 à 7 fois plus de données. Cela oblige donc de réduire la taille des pits. Par conséquent il est nécessaire de réduire la taille du spot tout en faisant en sorte qu'il soit capable de lire les informations très proches. Cette contrainte est résolue par le choix de lasers de longueurs d'ondes différentes (la longueur d'onde pour le DVD vaut  $\lambda = 650$  nm tandis que la tête de lecture d'un CD émet des rayons laser d'une longueur d'onde  $\lambda = 780$  nm), mais aussi par des systèmes de focalisation plus pointus.

Pour le Blu-Ray, la capacité de stockage est encore augmentée (27 GO pour un disque avec une simple couche) avec des rayons laser d'une longueur d'onde de  $\lambda = 400$  nm. Cette longueur d'onde correspond au bleu dans le domaine du visible, d'où le nom "Blu-Ray".

## C. LA MEMOIRE FLASH

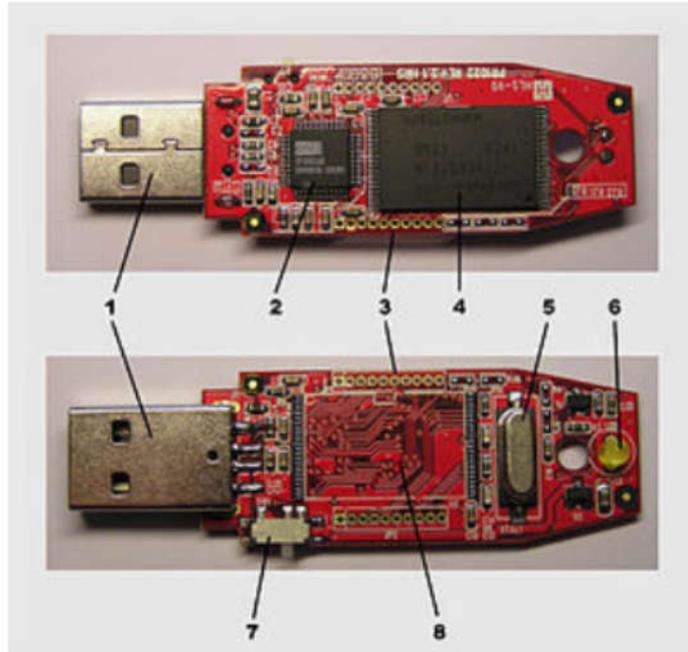
Après avoir présenté le stockage sur support optique, nous allons vous présenter une autre technologie de stockage : le stockage sous mémoire flash. Cette technologie est utilisée pour la clé USB. Comme précédemment, nous allons d'abord présenter le support. Ensuite, nous aborderons l'écriture et la lecture et nous finirons par étudier l'évolution des clés USB.

### 1. Présentation de la clé USB :

La clé USB se compose de plusieurs parties bien différentes :

#### Description d'une clé USB :

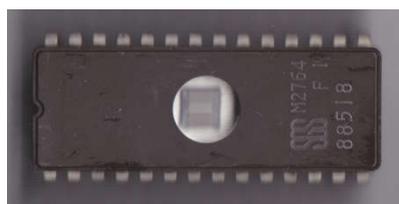
- 1) Un connecteur USB
- 2) Un contrôleur qui gère la transmission de données entre les données qui arrivent et les données stockées en mémoire flash. Il contient un peu de RAM et de ROM.
- 3) Deux connecteurs
- 4) Mémoire flash contenant 4 096 blocs indépendants (chacun avec 16 Ko), soit environ 64 Mo au total.
- 5) Un oscillateur
- 6) Une LED pour indiquer l'activité de la clé
- 7) Un interrupteur à deux positions pour protéger la clé en écriture
- 8) Une zone vierge pour placer plus de mémoire flash si nécessaire.



### 2. L'évolution de la clé USB :

La clé USB n'a cessé d'évoluer tant sur le plan technologique que sur le plan de l'interface mais également en capacité de mémoire.

Depuis sa création, la mémoire sur transistor a sans cesse évolué. En effet, elle a commencé par la technologie PROM. Ce support fonctionnait comme une clé USB sauf que pour effacer les données stockées, des UV étaient nécessaires (ils devaient être envoyés par la fenêtre : voir photographie ci-dessous). Ensuite, l'EEPROM est apparue et l'on n'avait plus besoin d'UV pour effacer les données : les données étaient effaçables électriquement comme maintenant. Enfin, la technologie FLASH EEPROM a été inventée avec un débit d'échange d'information plus rapide que l'EEPROM.



***PROM avec fenêtre pour envoyer les UV***

Actuellement, la clé USB 3.0 voit le jour. Le débit d'échange d'information a augmenté fortement par rapport aux clés USB 2.0. Ainsi, pour réaliser le transfert d'un fichier de 10 Go sur une clé USB 2.0, 15 minutes sont nécessaires alors qu'avec une clé USB 3.0, le fichier ne prendra que 6 minutes à être copié.

En outre, les capacités de stockage ne cessent d'augmenter. Par exemple, en 2001, une clé USB pouvait atteindre seulement 1 Go alors que les modèles actuels peuvent atteindre 1 To (1 000 Go). La capacité de stockage des clés USB a donc été multipliée par 1 000 en moins de 20 ans.

Ainsi, tout comme le disque dur magnétique, les clés USB sont en constante amélioration. Nous pouvons nous demander quelle sera la limite de cette évolution.

#### **IV. CONCLUSION**

Pour répondre au besoin de stocker toujours plus d'information, l'Homme a su développer de nombreuses techniques.

Nous avons décrit dans cet Exposé trois types de stockage que nous utilisons au quotidien:

- le support magnétique dont le principal exemple est le disque dur,
- le support optique qui explique le fonctionnement des CD, DVD et Blu-Ray,
- et la mémoire flash détaillant le fonctionnement des clés USB.

Le point commun entre ces trois moyens de stockage est qu'ils utilisent le langage binaire, un langage simplifié composé de bit (0 et 1) et d'octet (8 bits) permettant de stocker sur un format universel de nombreuses informations.

Cependant, ces trois types de stockage seront bientôt obsolètes au vue des nombreuses recherches actuellement effectuées par les scientifiques. Les techniques qui seront sûrement commercialisées dans quelques années reposeront sur des stockages atomiques ou bien génétiques. Leurs capacités de stockage seront alors décuplées ainsi que leur durée de vie.