

TECHNOLOGIE

DES

SUPPORTS

PLAN

- Bande Magnétique
- Disque Magnétique
- Disque Optique

Introduction

Les supports de stockage sont des périphériques d'entrée/sortie sur lesquelles on peut effectuer les opérations de lecture/ écriture.

leur rôle est la sauvegarde et l'archivage de l'information requise pour le fonctionnement de l'ordinateur, puisque la mémoire centrale ne peut les garder que temporairement.

1. Les supports magnétiques

Qu'il s'agisse de bande ou disque, le principe d'enregistrement sur un support magnétique est le même, il se base sur les effets de magnétisation d'une surface recouverte d'une substance magnétisable.

1. 1 Bande Magnétique

a. Description

✓ La bande magnétique se présente sous la forme d'un ruban en plastique recouvert d'une couche magnétisable.

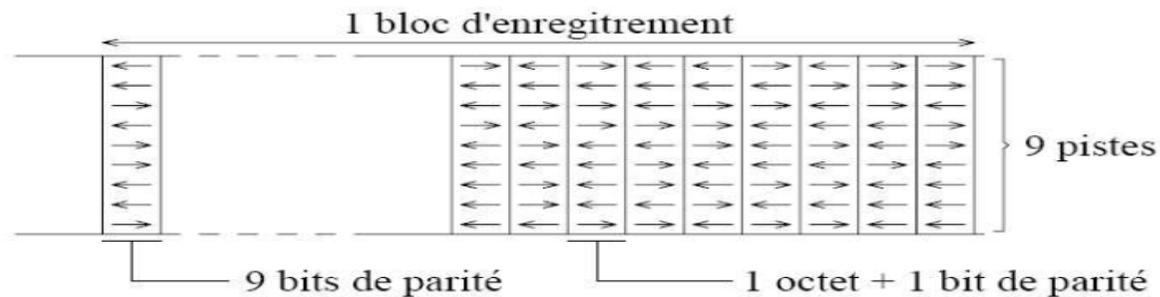
✓ L'information est stockée sur la bande, par effet magnétique, à l'aide d'une unité appelée « dérouleur de bande »

Remarque

✓ Le nombre de pistes sur un ruban est fixe (7 ou 9).

✓ Les opérations de lecture et d'écriture ne sont possible que lorsque le ruban est entraine par le dérouleur.

✓ Les données sont lues par blocs d'enregistrements physique.



b. enregistrement physique

Le stockage des enregistrements logiques sur les supports de stockage, de façon générale, peut s'effectuer de deux manières différentes:

- ✓ enregistrement groupé
- ✓ Enregistrement non groupé

Cette notion de groupage se traduit par un paramètre important qui est le facteur de groupage F , tel que : $F = NL/NP$

Intérêt de l'enregistrement bloqué

- ✓ Gagner du temps lors des opérations de lecture/ écriture .
- ✓ Gagner de l'espace sur le support ,puisque'il y a diminution des espaces inter-blocs (gaps).

Choix d'un facteur de blocage

- ✓ La taille du buffer d'entrée /sortie alloué en mémoire .
- ✓ Le nombre de buffers qui sont alloués a un même fichier.

Exemple 1

On considère une mémoire de 256 ko, répartie comme suit:

96 ko réservée pour SE, 155 ko réservée pour un prg au cours d' execution, il ne restera que 5 ko d'espace libre; si le fichier contient des enregistrements de 200 caractères chacun, **la taille du buffer** d'E/S ne doit dépasser les 5ko $\Rightarrow 5 * 1024 = 5210$ octets $\Rightarrow F = 5 * 1024 / 200 = 26.05$

Il faut utiliser un facteur de blocage égal a 26.

c. La densité d'enregistrement

-La densité est le nombre de caractères que l'on peut enregistrer par unité de longueur, mesurée en caractère par pouce (bpi : bit per inch) ou caractère par centimètre.

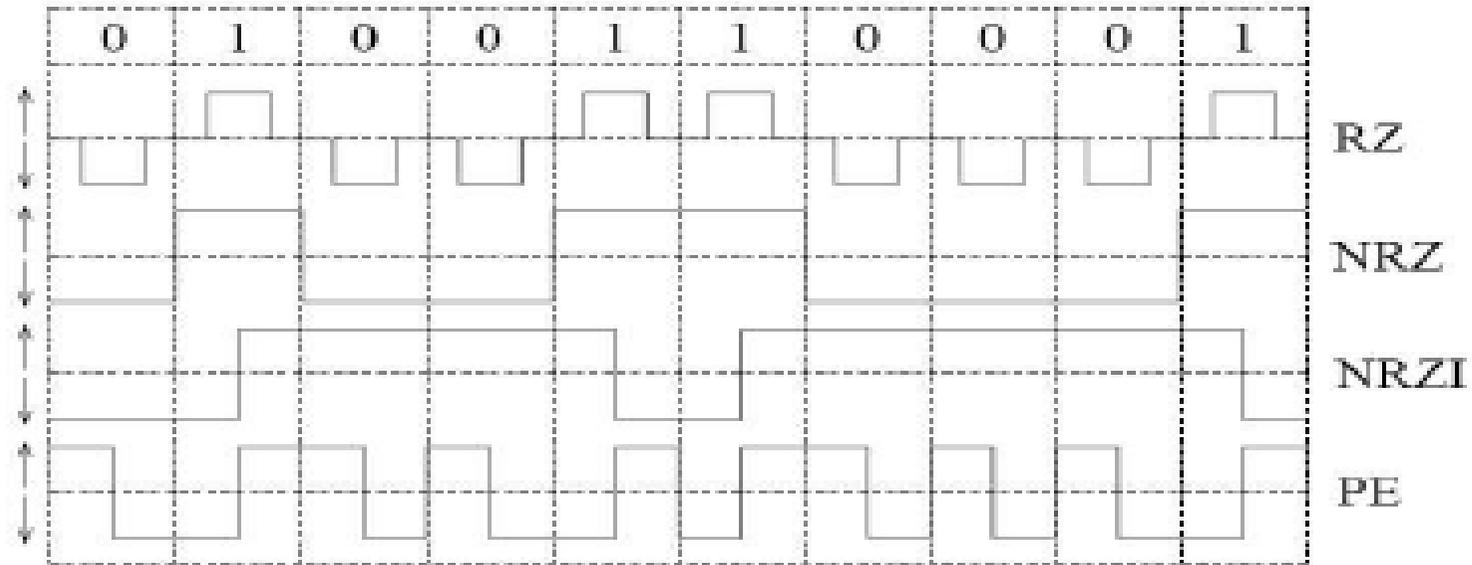
-La densité est une caractéristique de dérouleur de bande ; les densités communément utilisées sont 800 bpi (320 car/cm) et 1600 bpi (640 car/cm) ;

c. Les modes d'enregistrements

-plusieurs techniques ont été utilisées pour enregistrer les informations afin d'optimiser les densités d'enregistrements. les modes les plus utilisées :

- Le mode RZ
- Le mode NRZ
- Le mode NRZI
- Le mode PE

c. Les modes d'enregistrements



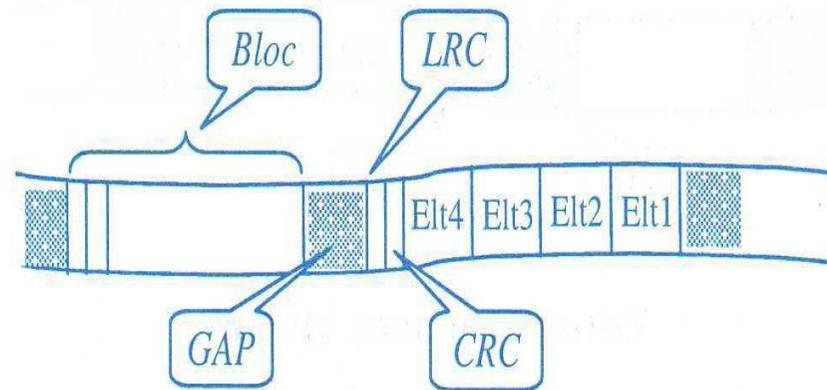
- ✓ Les informations sont disposées sur la bande sous forme de blocs, un bloc peut comporter un ou plusieurs enregistrements logiques.
- ✓ La longueur d'un bloc peut être quelconque ; le mode d'enregistrement intervient dans le format d'enregistrement.

Format d'enregistrement NRZ :

Des caractères de contrôle sont ajoutés au bloc physique afin de permettre aux différents organes de contrôle de tester la validité de l'information(en lecture, en écriture).

CRC : Caractère de contrôle cyclique par redondance LRC :

caractère de contrôle longitudinal par redondance.

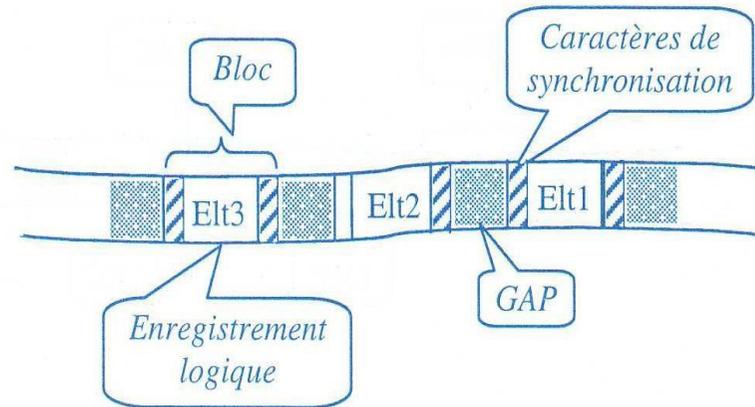


Enregistrements bloqué

Format des enregistrements PE :

Des caractères de synchronisation qui sont écrits immédiatement avant et après les caractères des données. Ces caractères sont au nombre de 41.

La lecture d'un bloc commence par le premier enregistrement de donnée qui suit les 41 Caractères de synchronisation et continue jusqu'à ce que les 41 Caractère de fin de bloc soient reconnus. Ces caractères de synchronisation ne sont pas transmis au canal.



Enregistrements non bloqué

Capacité de stockage :

✓ Pour l'enregistrement d'un fichier sur un support de stockage, il faut tenir compte des espaces inter-blocs, ainsi que caractères de contrôles ou de synchronisation qui réduisent considérablement l'espace nécessaire au stockage des informations utiles, c'est-à-dire la capacité de stockage du support utilisé.

✓ De ce fait, on distingue entre une capacité dite **théorique** et une autre dite **réelle**.

Capacité théorique:

Est le nombre de caractère que l'on peut enregistrer sur la bande ; $C_t = \text{densité} * \text{longueur de la bande}$;

Exemple :

pour une bande de 730 m, la capacité théorique est de 23 millions de caractères avec une densité d'enregistrement de 800 bpi,

Capacité théorique:

$$L = 730 \text{ m} = 28740,16 \text{ pouces}$$

$$CT = L * D = 28740,16 * 800 = 22992125,98 \text{ cars} \Rightarrow 23 \text{ millions de caractères}$$

Pour une densité $D = 1600 \text{ bpi}$

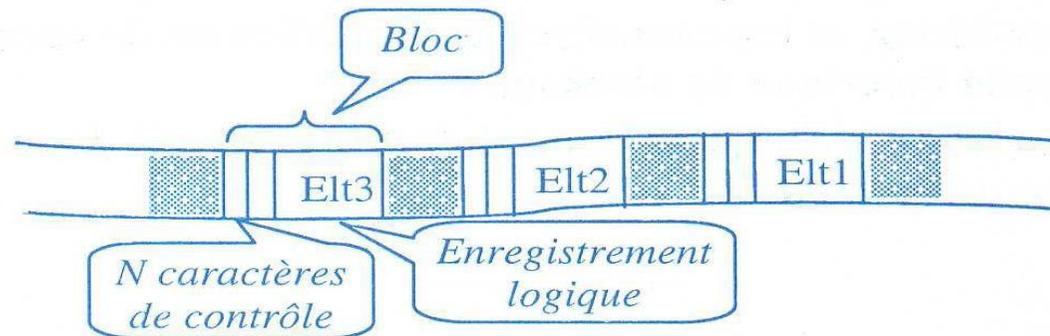
$$CT = L * D = 28740,16 * 1600 = 45984251,97 \text{ cars} \Rightarrow 46 \text{ millions de caractères}$$

Capacité réel:

Capacité réel en Mode NRZ

Dans ce cas, chaque bloc physique est débuté par n caractères de contrôles, ainsi la taille d'un bloc physique a la somme des n caractères de contrôles et de la taille des enregistrements logiques contenus dans un bloc.

Enregistrement non bloqué



Un bloc = 1 enregistrement logique, d'où :

$$T_{bloc} = T_{EL} + N$$

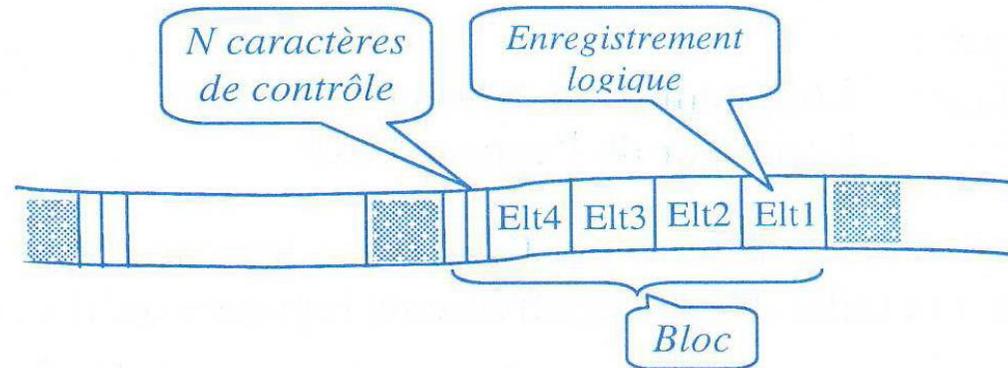
Tel que :

T_{bloc} : Taille d'un bloc

T_{EL} : Taille d'un enregistrement logique

N : Nombre de caractères de contrôles

Enregistrement bloqué



Un bloc = F enregistrements logiques, d'où :

$$T_{bloc} = F \times T_{EL} + N$$

Tel que :

F : Nombre d'enregistrements logiques

La formule générale qui permet de calculer la taille d'un bloc physique:

$$T_{bloc} = F \times T_{EL} + N$$

Tel que :

F : Facteur de blocage

De ce fait ,la longueur d'un bloc physique sera égal

$$L_{bloc} = T_{bloc} / D$$

Ou encore :

$$L_{bloc} = (F \times T_{EL} + N) / D$$

Tel que :

L_{bloc} : Longueur d'un bloc

D : Densité d'enregistrement

Il ne faut pas oublier les GAPS. Ainsi la longueur totale occupée est:

$$L_{GB} = L_{bloc} + e$$

Tel que :

L_{GB} : Longueur d'un bloc et d'un GAP

e : Longueur de l'espace GAP

La taille réelle d'un bloc est égale a la taille des enregistrements logiques qu'il contient (sans les caractères de contrôles)

$$T_{rbloc} = F \times T_{el}$$

Donc pour obtenir la capacité réelle de stockage en mode NRZ

$$\begin{aligned} T_{rbloc} &\rightarrow L_{GB} \\ C_r &\rightarrow L \end{aligned}$$

On obtient la formule suivante :

$$C_r = (L \times T_{rbloc}) / L_{GB}$$

En remplaçant T_{rbloc} et L_{GB}

$$C_r = \frac{L \times F \times T_{EL}}{\frac{F \times T_{EL} + N}{D}} + e$$

Tel que :

- C_r : Capacité réelle de stockage
- L : Longueur de la bande
- F : Facteur de blocage
- T_{EL} : Taille d'un enregistrement logique
- N : Nombre de caractères de contrôles
- e : Longueur de l'espace GAP
- D : Densité d'enregistrement

Exemple : Calculons la capacité réelle de stockage avec les données suivantes:

L	= 730 m = 73000 cm
T_{EL}	= 150 cars
F	= 5
D	= 320 car/cm
e	= 1,9 cm
N	= 2

La capacité réelle est 12.9 millions de caractères

$$C_r = \frac{73000 \times 5 \times 150}{\frac{5 \times 150 + 2}{320} + 1,9}$$

$$C_r = 12882352,94 \text{ cars}$$

Capacité réel en Mode PE

La formule qui calcule la capacité réelle est la même sauf qu'ici, le nombre de caractères de contrôle est remplacé par le nombre de caractères de synchronisation: 41 avant le bloc et 41 après, ce qui fait un total de 82 caractères.

$$C_r = \frac{L \times F \times T_{EL}}{\frac{F \times T_{EL} + 82}{D} + e}$$

Le temps de traitement Lecture/ écriture d'un fichier sur la bande

Le temps nécessaire a la manipulation d'un fichier stocké sur bande est fonction de :

- ✓ La taille d'un enregistrement logique
- ✓ La taille d'un enregistrement physique.
- ✓ La taille de l'espace inter-bloc
- ✓ La densité d'enregistrement
- ✓ La vitesse de transfert du lecteur de bande.

La vitesse de défilement de la bande :

Tel que :

V_b : vitesse de défilement de la bande mesurée en pouce/seconde

V_t : vitesse de transfert mesurée en car/seconde.

D : densité d'enregistrement mesurée en bpi.

$$\text{Vitesse de la bande (pouce/seconde)} = \frac{\text{vitesse de transfert (car/sec)}}{\text{densité d'enregistrement (bpi)}}$$

$$V_b = \frac{V_t}{D}$$

Le temps nécessaire à la lecture d'un bloc de données :

Tel que :

T_b : temps de lecture d'un bloc de donnée mesuré en seconde.

N_b : nombre d'octets par bloc de données (taille d'un bloc).

V_t : vitesse de transfert mesurée en caractère/seconde.

$$T_b = \frac{N_b}{V_t}$$

Temps par bloc de données (sec) =
$$\frac{\text{nombre d'octets par bloc de données}}{\text{vitesse de transfert (car/sec)}}$$

Le temps nécessaire au défilement d'un espace inter-bloc :

Tel que :

T_{ib} : temps de défilement d'un espace inter-bloc mesuré en seconde.

E_{ib} : Espace inter-bloc mesuré en pouce.

V_b : vitesse de la bande mesurée en pouce/seconde.

$$T_{ib} = \frac{E_{ib}}{V_b}$$

Temps de défilement d'un espace inter-blocs(sec) =
$$\frac{\text{Espace inter - bloc}}{\text{Vitesse de la bande}}$$

Le temps de traitement Lecture/ écriture d'un fichier sur la bande :

Le temps T_f nécessaire à la lecture du fichier dans sa totalité est le suivant :

$$T_f = (T_b + T_{ib}) \times B = \left(\frac{N_b}{V_t} + \frac{E_{ib}}{V_b} \right) \times B, \text{ tel que } B : \text{ le nombre de blocs dans le fichier}$$

(= Nombre d'espaces inter-blocs).

B = Nombre d'enregistrements logiques du fichier / facteur de blocage :

$$B = \frac{N_{ef}}{F}, \text{ tel que :}$$

N_{ef} : nombre d'enregistrements logiques dans le fichier ;

F : facteur de blocage.

Exemple

On considère un fichier de 15000 enregistrements de 175 caractères chacun, stocké sur bande. On voudrait calculer le temps de lecture de la bande.

La vitesse de transfert du dérouleur: $V_t = 320000$ oct./sec

Densité d'enregistrement $D = 6250$ BPI Espace

inter-bloc $E_{IB} = 0.3$ pouces

Facteur de blocage $F = 30$.

Exemple

Pour calculer le temps de lecture de fichier on procède comme suit;

Calculer la vitesse de la bande:

$$V_b = \frac{V_t}{D} ; \text{D'où : } V_b = \frac{320000 \text{ oct}}{6250 \text{ bpi}} = 5,12 \text{ pouces / s}$$

Calculer le temps de lecture d'un bloc de données:

$$T_b = \frac{N_b}{V_t} ; N_b = F \times T_{el} \text{ tel que : } T_{el} : \text{Taille d'un enregistrement}$$

logique.

$$\text{D'où : } T_b = \frac{30 \times 175}{320000} = 0,016s$$

Calculer le temps de lecture de l'espace inter-bloc:

$$T_{ib} = \frac{E_{ib}}{V_b} ; \text{D'où : } T_{ib} = \frac{0.3}{5.12} = 0.06\text{s}$$

le temps de lecture de fichier

$$B : \text{nombre de blocs du fichier : } B = \frac{15000}{30} = 500 \text{ blocs}$$

$$\text{D'où : } T_f = (0.016 + 0.06) \times 500 = 38 \text{ s.}$$

Exercice

On dispose d'une bande magnétique de sauvegarde, dont voici les caractéristiques

- elle ne possède pas d'espaces inter blocs

- longueur : 90 mètres

- densité : 91,44 bpi

a) Quelle est la densité d'écriture au cm ?

b) Quelle longueur occupera un fichier de 300 Ko ? (1 Ko = 1024 octets)

c) Est-ce que ce fichier pourrait tenir sur les 2 bandes magnétiques de sauvegarde suivantes :

- b1 : 15 m, densité : 254 Bpi ?

- b2 : 5,5 m, densité : 762 Bpi ?

SOLUTION

E.I.B. = 0

L = 90 m

D = 91,44 Bpi

a) $D = 91,44 \text{ Bpi} = 91,44 \text{ bytes} / 1 \text{ inch} = 91,44 \text{ car} / 2,54 \text{ cm} = 36 \text{ car./cm}$

b) Calculons le nombre de caractères composant le fichier :

$300 \text{ Ko} = 300 \times 1024 \text{ o} = 307200 \text{ caractères}$

Donc le fichier occupera : $307200 / 36 = 8533,33 \text{ cm} = 85,33 \text{ m}$

sur la bande magnétique.

SOLUTION

c)

Nombre de caractères stockables sur la 1ère bande magnétique

$$D = 254 \text{ Bpi} = 254 / 2,54 \text{ car./cm} = 100 \text{ car./cm}$$

Donc sur 15 m, soit 1500 cm de bande magnétique, on pourra stocker :

$$1500 \times 100 = 150000 \text{ caractères.}$$

Nombre de caractères stockables sur la 2ème bande magnétique :

$$D = 762 \text{ Bpi} = 762 / 2,54 \text{ car./cm} = 300 \text{ car./cm}$$

Donc sur 5,5 m, soit 550 cm de bande magnétique, on pourra stocker :

$$550 \times 300 = 165000 \text{ caractères.}$$

Finalement, on peut stocker $150000 + 165000 = 315000$ caractères sur les 2 bandes, et comme le fichier occupe 307200 caractères, il peut tenir sur les deux bandes.

La bande magnétique est caractérisé par un paramètre essentiel: l'accès séquentiel aux information stockées. Ce paramètre joue en sa défaveur, puisque cela génère une lenteur et une perte de temps durant les accès aux données. Les autres paramètres qui caractérisent une bande magnétique sont résume dans le tableau suivant

<i>Paramètres</i>	<i>Valeur</i>
Longueur du ruban	732 m environ
Largeur de la bande	1,27 cm
Nombre de pistes	7 ou 9
Densité longitudinale	1600/ 6 250 bpi

Conclusion

A son apparition, la bande magnétique a ouvert des horizons devant les utilisateurs et les concepteurs des systèmes informatiques car :

- ✓ ce sont des périphérique standards utilisable sur la plupart des systèmes
- ✓ Elles permettent l'archivage des informations pour une longue durée.

Actuellement, les bandes magnétique sont quasiment remplacées par des support plus performant qui offre à la fois une grande capacité de stockage et un accès rapide aux information.

1.2 Les disques magnétiques

Contrairement aux bandes magnétiques caractérisées par l'accès séquentiel aux données enregistrées, les disques magnétiques se distinguent par un accès direct, ce qui rend leur utilisation plus avantageuse. Ce sont des supports adressables.

Un disque magnétique est constitué d'une plaque circulaire en aluminium ou en plastique de diamètre variable selon le type d'oxyde de fer magnétisable

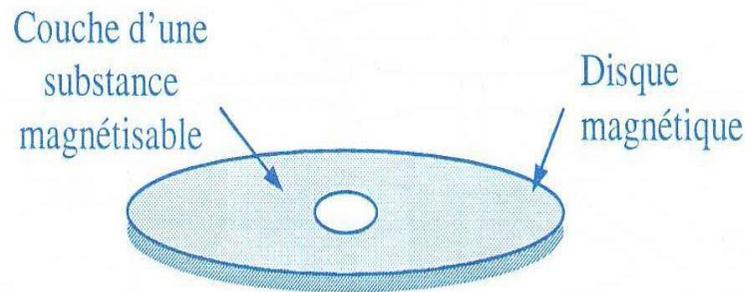


Schéma : Disque magnétique

On distingue généralement deux types de disques magnétiques: les disques durs et les disques souples (disquettes)

1. 2.1 Disque dur

a. Description

Le disque dur se présente sous forme d'un boîtier hermétique à l'intérieur duquel se trouve une pile de disques magnétiques superposés autour d'un même axe.

Chaque disque possède deux faces: une face supérieure et une face inférieure. A chaque face est associée une tête de lecture/ écriture fixée sur un bras mobile, sauf les deux faces externes non magnétisables.

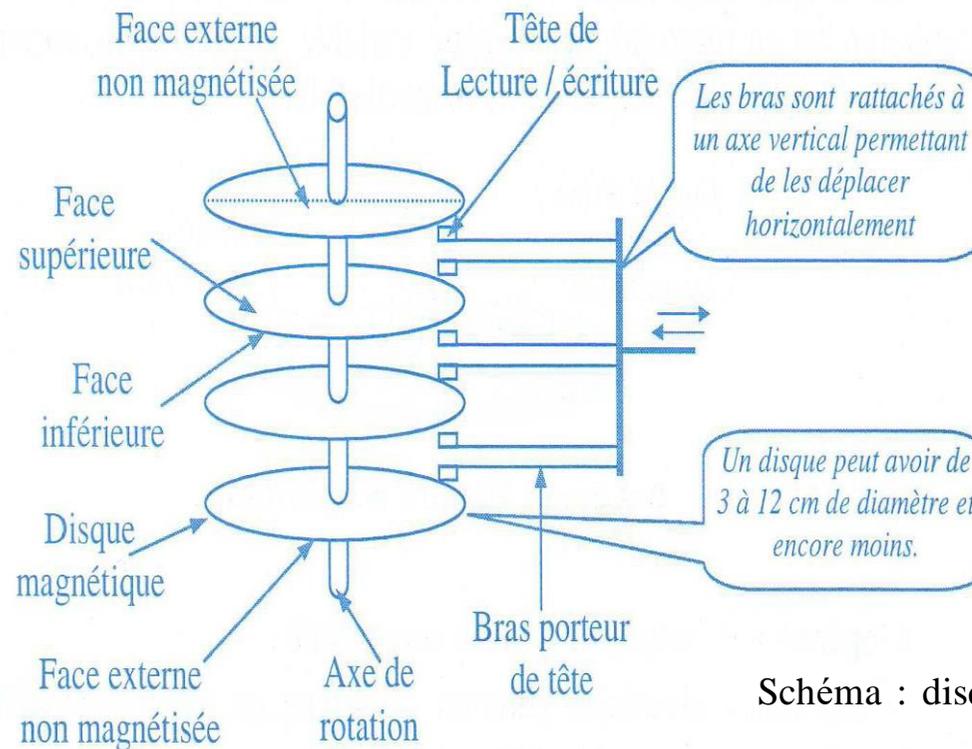


Schéma : disque dur de 4 plateaux et 6 têtes

Remarques

Le nombre de têtes est égal au nombre total de faces - 2 que possède le disque. Le disque de la figure contient 6 têtes, c'est-à-dire , 4 disques magnétique.

Pour pouvoir stocker des informations sur le disque, il faut que celui-ci soit organiser de manière à permettre de faciliter les opérations de stockage (écriture) et de récupération (lectures) de ces informations. Cette organisation est désignée par le terme informatique **formatage**.

b. organization

Disque = ensemble de plateaux tournant avec une vitesse de rotation déterminée

Plateau = ensemble de pistes concentriques numérotées 0, 1, 2, ... sur chaque face

Cylindre = ensemble de pistes ayant un même diamètre sur les différents plateaux

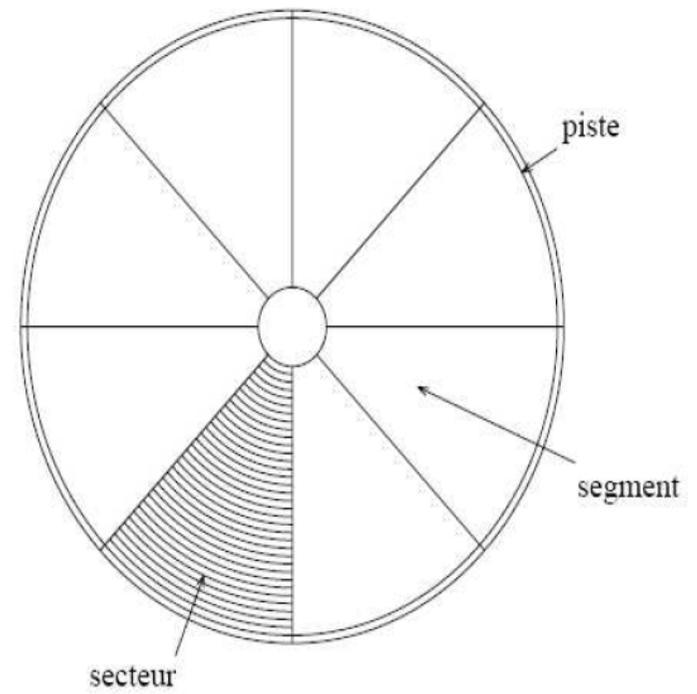
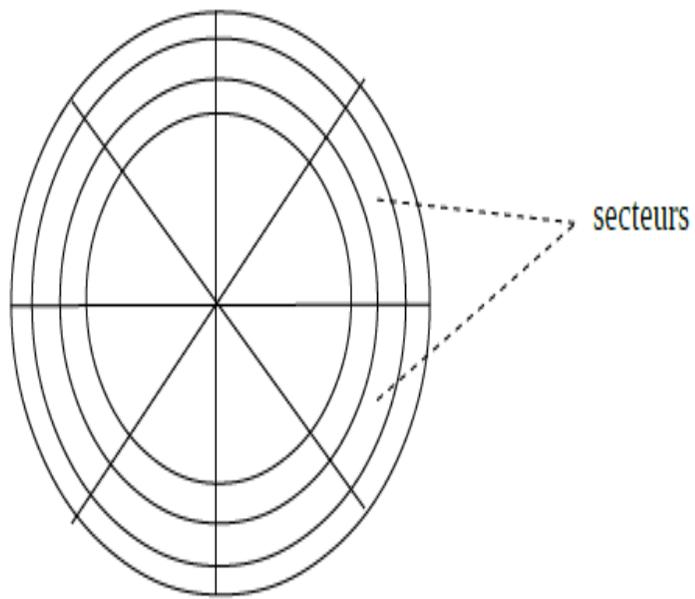
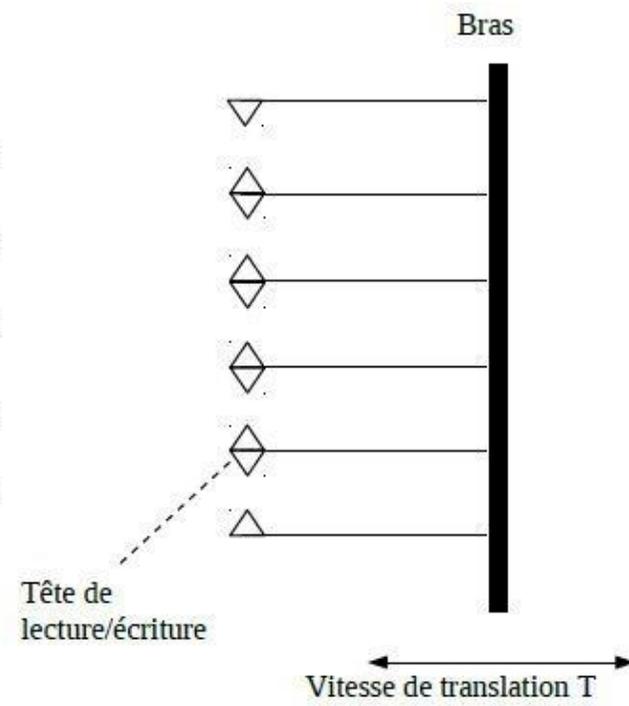
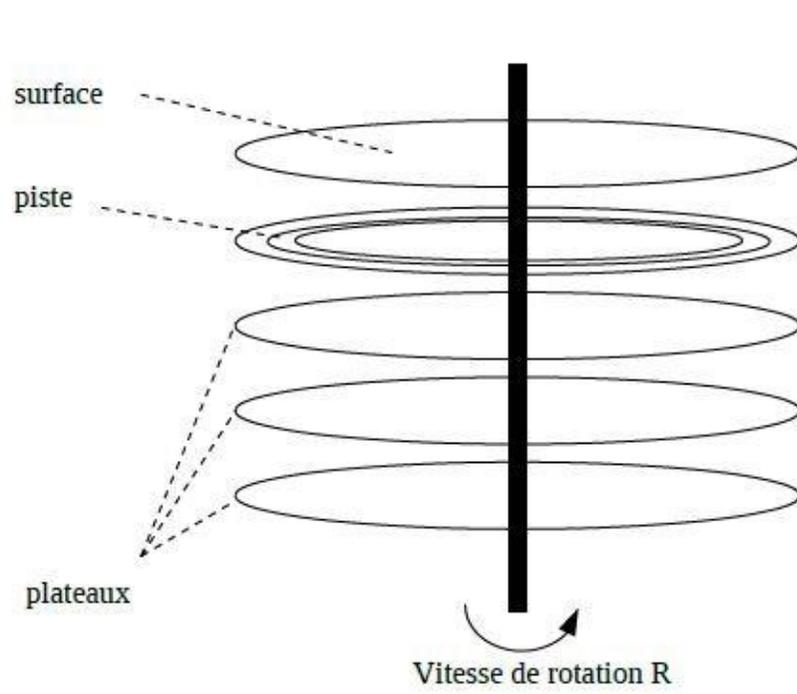
Piste = ensemble de secteurs de même taille

Le bras du disque contient les têtes de lecture/écriture (une pour chaque face d'un plateau). Il se déplace latéralement de cylindre en cylindre pour positionner les têtes de lecture/écriture sur les bonnes pistes

Pour lire ou écrire un secteur donné, le contrôleur déplace d'abord le bras vers le bon cylindre, ensuite attend que le bon secteur passe sous la tête de lecture/écriture concernée avant de transférer les données.

Remarques

Un plateau tourne à l'aide d'un moteur, ce système est associé à une tête d'écriture/lecture qui n'est pas en contact avec les couches supérieures du plateau mais qui est en suspension (à dix nanomètres au-dessus contre vingt-cinq).



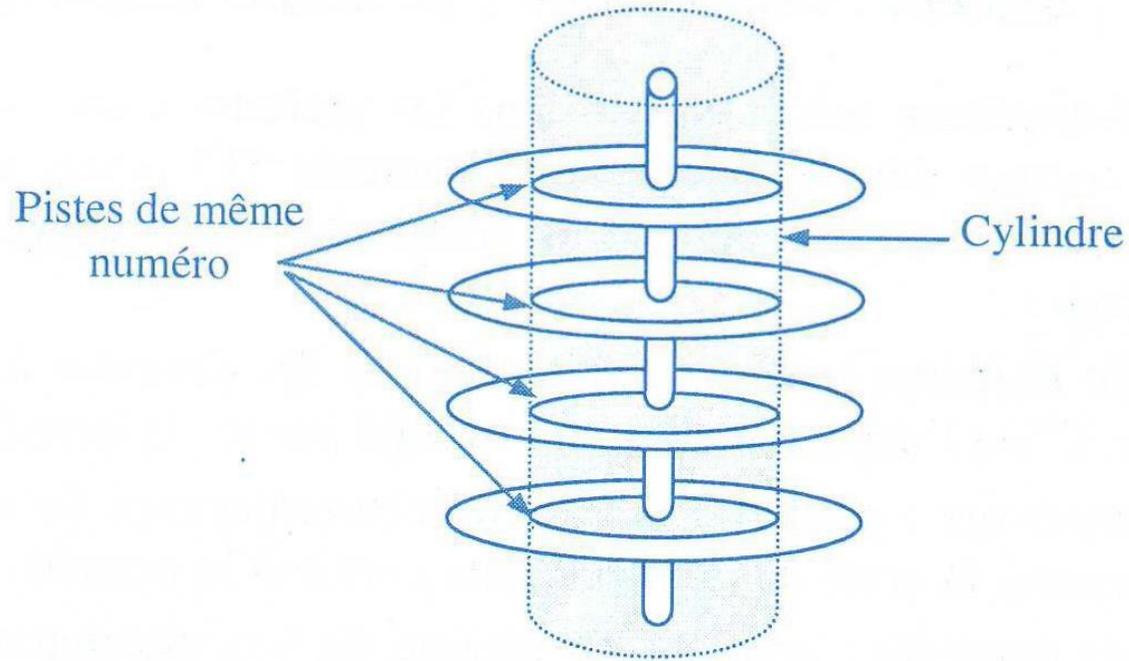


Schéma : exemple d'un cylindre

c. enregistrement physique

- Un enregistrement est formé d'une zone de comptage , d'une zone de données , une marque d'adresse , et une zone clé.

une marque d'adresse : zone de deux caractères qui indique le début de l'enregistrement

La zone clé : elle contient l'indicatif de l'enregistrement

c. enregistrement physique

CO CY CY NT E CL D D DE DE

Schéma: Zone de comptage

CO: est un caractère de contrôle qui indique l'état de la piste

CY: deux caractères contiennent le numéro de cylindre où se trouve la piste.

NT: deux caractères contiennent le numéro de la tête de lecture/ écriture.

E: N⁰ enregistrement

CL: Longueur de la clé

D: Longueur de données

DE: ce sont deux caractères qui permettent de détecter les erreurs pendant le transfert des données

c. enregistrement physique



Schéma: Format d'un enregistrement physique

EE: Espace entre enregistrements.

d. La densité d'enregistrement sur un disque

- Elle est égale au nombre de bits qu'on peut stocker par pouce le long d'une piste d'enregistrement.
- La densité d'enregistrement linéaire par piste est calculée comme suit:

$$Dl = Nbp / L$$

- Nbp : nombre de bits par piste.
- L; longueur d'une piste en pouces

Exemple

- Soit un disque avec 64 secteurs par piste. La taille d'un secteur étant de 4096 octets, si on considère que la longueur d'une piste $L_p = 37,68$ cm, la densité d'enregistrement linéaire serait:

-Le nombre de bits par piste = nombre de secteurs par piste X taille d'un secteur
 $= 64 \times 4096 = 262144 = 2097152$ bits

- $L_p = 37,68$ cm = 15,01 pouces

- Densité = $2097152 / 15,01 = 139717$ bpi

e. La capacité d'un disque dur

- Elle désigne la quantité d'information qu'un disque peut contenir mesurée en octet. La capacité d'un disque dépend de sa géométrie et de la capacité d'un secteur.

- $C_d = C_s \times N_{sp} \times N_c \times N_t$

- C_s : capacité d'un secteur.

- N_{sp} : nombre de secteurs par piste

- N_c : nombre de cylindre

- N_t : nombre de tête.

-La capacité est mesurée en octet, kilo octet, Mega octets, Giga octets , Téra octets.

e. La capacité d'un disque dur

Symbole	Préfixe	Capacité	
k	kilo	2^{10}	= 1024
M	méga	2^{20}	= $(1024)^2$
G	giga	2^{30}	= $(1024)^3$
T	téra	2^{40}	= $(1024)^4$
P	péta	2^{50}	= $(1024)^5$
E	exa	2^{60}	= $(1024)^6$
Z	zetta	2^{70}	= $(1024)^7$
Y	yotta	2^{80}	= $(1024)^8$

Exemple

- Considérons un disque dont la géométrie est la suivante: 14 tête, 723 cylindres et 51 secteurs, la capacité d'un secteur étant de 512 octets,
- La capacité de disque se calcule par la formule suivante:

$$-C_d = C_s \times N_{sp} \times N_c \times N_t$$

$$-C_d = 512 \times 51 \times 723 \times 14 = 258111 \text{ ko}$$

f. Le temps d'accès a une information disque dur

L'accès aux données sur un disque dur peut se décomposer en trois étapes :

- positionnement des têtes au niveau du cylindre;
- passage du secteur devant la tête de lecture et repérage;
- transfert des données.

Le temps de déplacement de la tête est appelé temps de recherche. Il dépend de l'amplitude du mouvement du bras (passage à un cylindre voisin ou traversée complète du disque).

⇒ **temps de recherche moyen**

Une fois la tête positionnée, le temps d'accès au secteur sur la piste est appelé temps de latence. Celui-ci dépend des positions initiales respectives de la tête et du secteur, en moyenne il faut parcourir la moitié de la piste.

⇒ **temps de latence moyen**

Le temps de latence moyen se calcul comme suit :

- Le disque peut faire au minimum 0 tour et au maximum 1 pour atteindre le bon secteur
- Si on considère qu'un disque tourne à 3600 tours par minute, le délai moyen de rotation sera calculé comme suit:

- 3600 tours \longrightarrow 1 minute

- $\frac{1}{2}$ tours \longrightarrow T minute

- $T = 0,5 / (3600 \text{ tours/minute}) = 0,000138 \text{ mn} = 0,0083 \text{ s}$

- Ainsi, le temps de rotation moyen pour atteindre le bon secteur est 8,3ms.

Ensuite le taux de transfert des données est caractérisé par débit.

Le débit de transfert représente la quantité d'information transférée par unité de temps. Il se mesure en octet/seconde (Mo/s).

Temps de transfert = Quantité d'information transféré / Débit de transfert

Exemple

Si le transfert de 512 octets du disque vers la mémoire centrale nécessite 5 ms, le débit sera calculé comme suit:

512 octets \longrightarrow 5 ms

D \longrightarrow 1 seconde

$$D = 512 / 5 * 10^{-3} = 102400 \text{ octets/seconde} = 100 * 1024 \text{ octets} = 100 \text{ Mo/s}$$

Le temps d'accès à une information disque dur

Temps d'accès moyen au disque = temps de recherche moyen + temps retard de rotation moyen + temps de transfert + temps de contrôleur

Temps de contrôleur: qui est le temps pris par le contrôleur du disque pour achever l'opération d'entrée /sortie.

Exemple

On veut calculer le temps moyen nécessaire pour lire ou écrire un secteur de 512 octets pour un disque typique. Pour cela, nous avons les informations suivantes:

Temps de recherche moyen = 9ms

Débit de transfert = 4 Mo/s

Vitesse de rotation = 7200 tours/mn

Temps de contrôleur = 1 ms

Solution

Le temps de rotation moyen = $0,5 / 7200$ tours/minute = $6,94 * 10^{-5}$ = 4,15 ms

Le temps de transfert = quantité d'information transférée / débit de transfert = 512 octet / 4Mo/s
= $0,5 \text{ ko} / 4096 \text{ ko/s} = 0,000125\text{s} = 0,125 \text{ ms}$

Tam = 9 ms + 4,15ms + 0,125ms + 1ms = **14,275ms**

2. Disquette

a. Description

Une **disquette** est un support de stockage de données informatiques amovible. La **disquette** est aussi appelée disque souple (floppy disk en anglais) en raison de la souplesse des premières générations (8 et 5,25 pouces) et par opposition au disque dur.



la différence principale avec un disque dur réside dans la tête de lecture/écriture. **Cette tête est en contact avec la surface magnétique**, ce qui limite la vitesse de rotation : 300 tours/minute pour les disquettes 3" 1/2.

b. Caractéristiques

Caractéristiques				
Dimension	3,5''	3,5'' HD	5,25''	5,25'' HD
Capacité	720ko	1,44 Mo	360	1,2
Nombre de pistes	80	80	40	80
Secteur/piste	9	18	9	18



2. Le disque optique

Au début de l'ère informatique, les seuls supports utilisés pour stocker l'information étaient les supports magnétiques. Ces dernières années, de nouveaux supports ont vu le jour, il s'agit des disques optiques dont les avantages majeurs sont leur grande **capacité de stockage** et **leur amovibilités**.

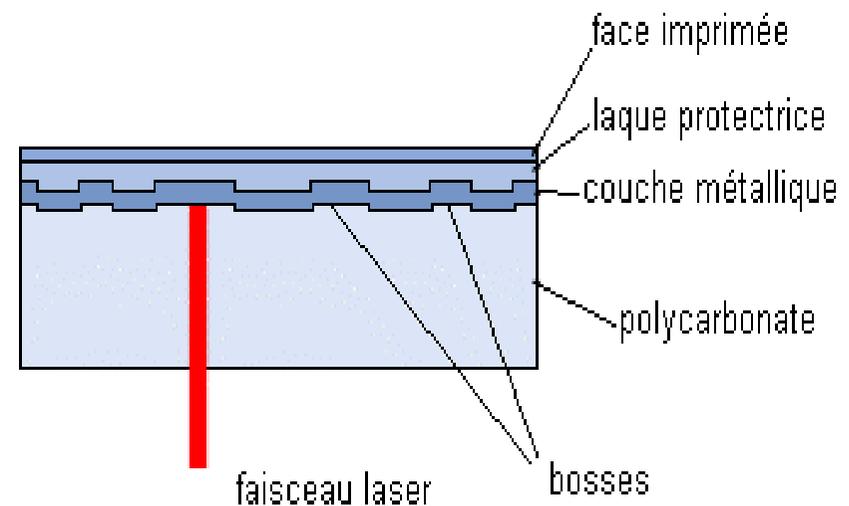
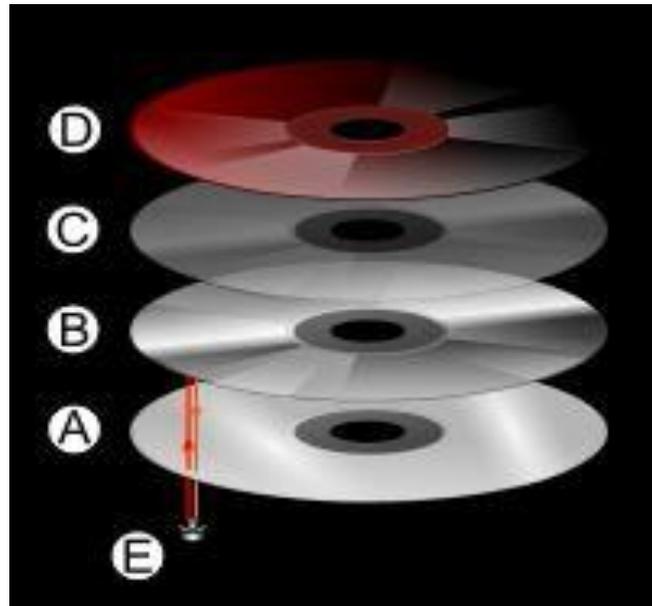
a. Description

Dans les domaines de l'[informatique](#), de l'[audio](#) et de la [vidéo](#), un disque optique est un disque circulaire plat servant de [média amovible](#) qui offre une capacité de stockage importante (plusieurs Go) et une durée de conservation des données importantes (plusieurs années). Un disque optique est habituellement constitué de [polycarbonate](#). Les [CD](#) et les [DVD](#) sont les disques optiques les plus connus.

- CD-ROM : Compact Disc Read-Only Memory
 - CD-R (Recordable) : enregistrable une seule fois.
 - CD-RW (ReWritable) : enregistrable plusieurs fois.
- DVD : Digital Versatile Disc
- Blu-ray Disc (BD) : Support haute définition , capacité de 25 Go par couche (jusqu'à 100 Go pour les versions à plusieurs couches).

Le CD Compact Disk

Le CD est constitué d'un substrat en matière plastique (polycarbonate) et d'une fine pellicule métallique réfléchissante. La couche réfléchissante est recouverte d'une laque anti-UV créant un film protecteur pour les données. Enfin ,une couche supplémentaire peut être ajoutée afin d'obtenir face supérieure imprimée .

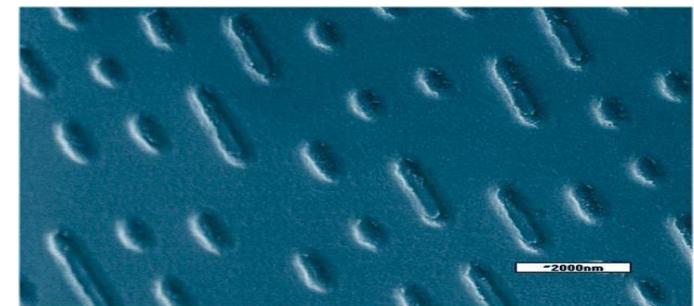




Les informations sont gravées sur un sillon unique, appelé piste. Enroulée en spirale, elle commence au centre du disque. Les bosses du support en polycarbonate apparaissent pour le faisceau laser comme des cuvettes : on appelle creux (en anglais pit) ou cuvette le fond de l'alvéole, on nomme plat (en anglais land) les espaces entre les alvéoles

Les creux sont alignés le long de la piste :

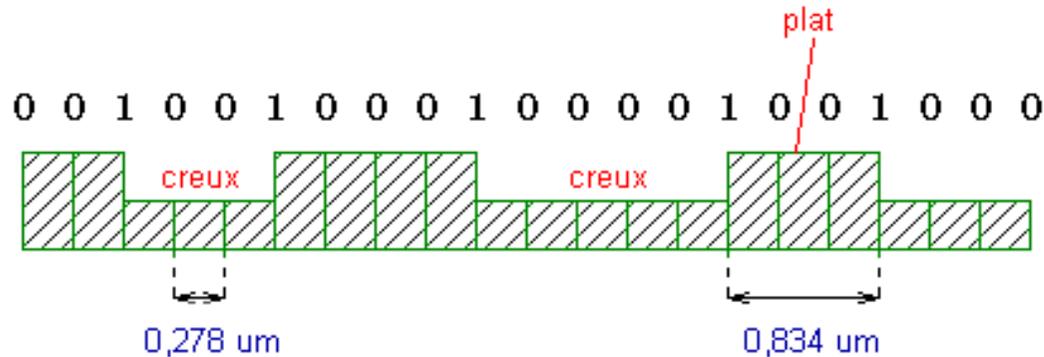
- ✓ ils ont une profondeur de $0,12 \mu\text{m}$ et une largeur de $0,6 \mu\text{m}$
- ✓ leur longueur varie entre $0,84$ et $3,3 \mu\text{m}$
- ✓ le pas de la piste en spirale est de $1,6 \mu\text{m}$



Vue des alvéoles d'un CD

Enregistrement physique

On pourrait penser que les creux correspondent à des « 1 » ou des « 0 ». La réalité est un peu plus complexe et les données binaires sont inscrites sur le disque de la manière suivante :



Structure d'un enregistrement

Lecture des données

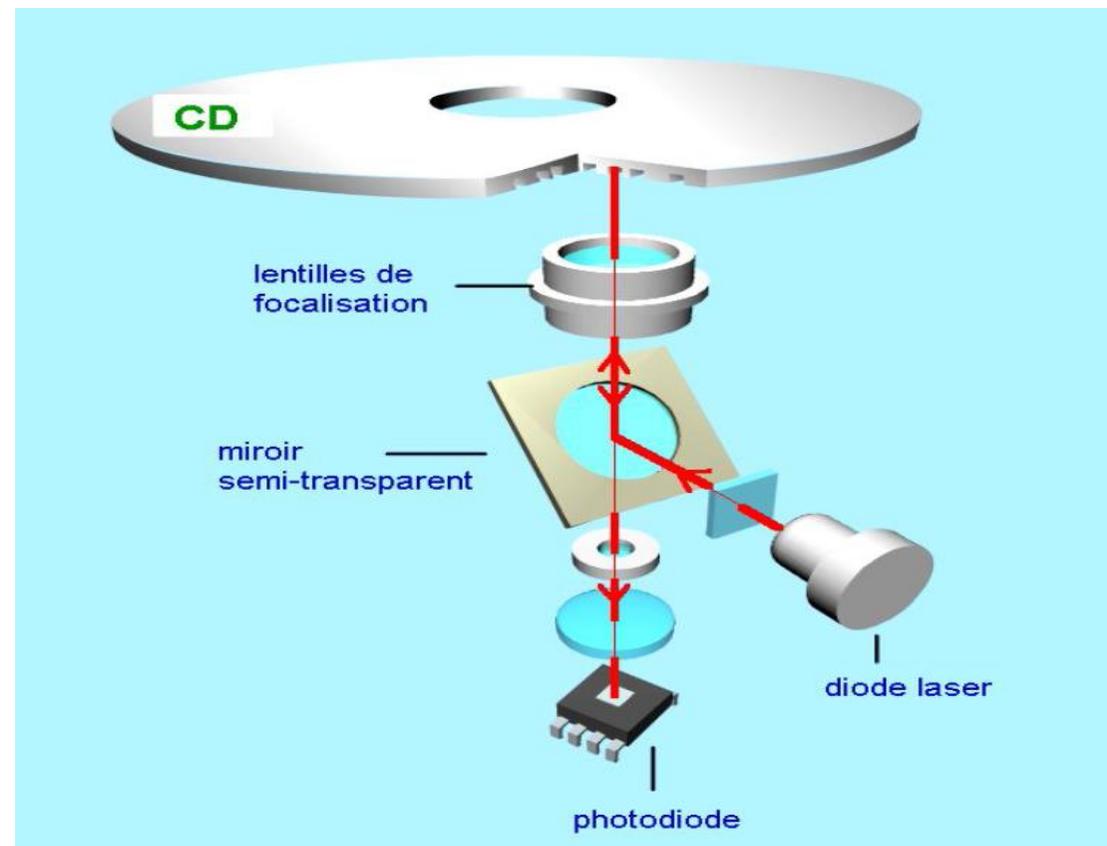
La lecture des données sur le disque se fait grâce à un rayon laser émis par une diode. La lumière émise par la diode laser est transformée en une onde plane grâce à une lentille située en sortie.

Le faisceau de lumière est alors partiellement réfléchi sur un miroir semi-transparent (50%) .

Les lentilles de focalisation concentrent alors le faisceau réfléchi par le miroir sur le disque optique qui lui-même la réfléchit. Cette lumière réfléchie repasse alors par les lentilles puis le miroir semi-réfléchissant avant d'être focalisée par une dernière lentille sur la photodiode.

La photodiode mesure alors l'amplitude du rayon reçu pour la convertir en un signal électrique exploitable par le système électronique du lecteur.

Système de lecture

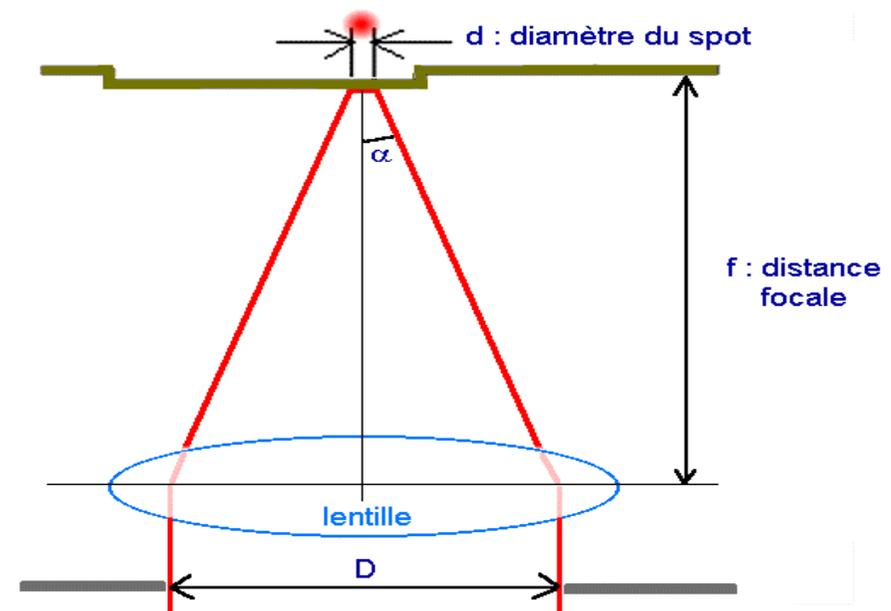


La quantité de données numériques qu'on peut inscrire sur un disque dépend principalement de la taille du spot. On constate que le diamètre du spot est proportionnel à la longueur d'onde émise. Par conséquent plus la taille du spot sera petite, plus la densité d'informations gravées sur le disque sera importante.

ouverture numérique : (Numerical Aperture)

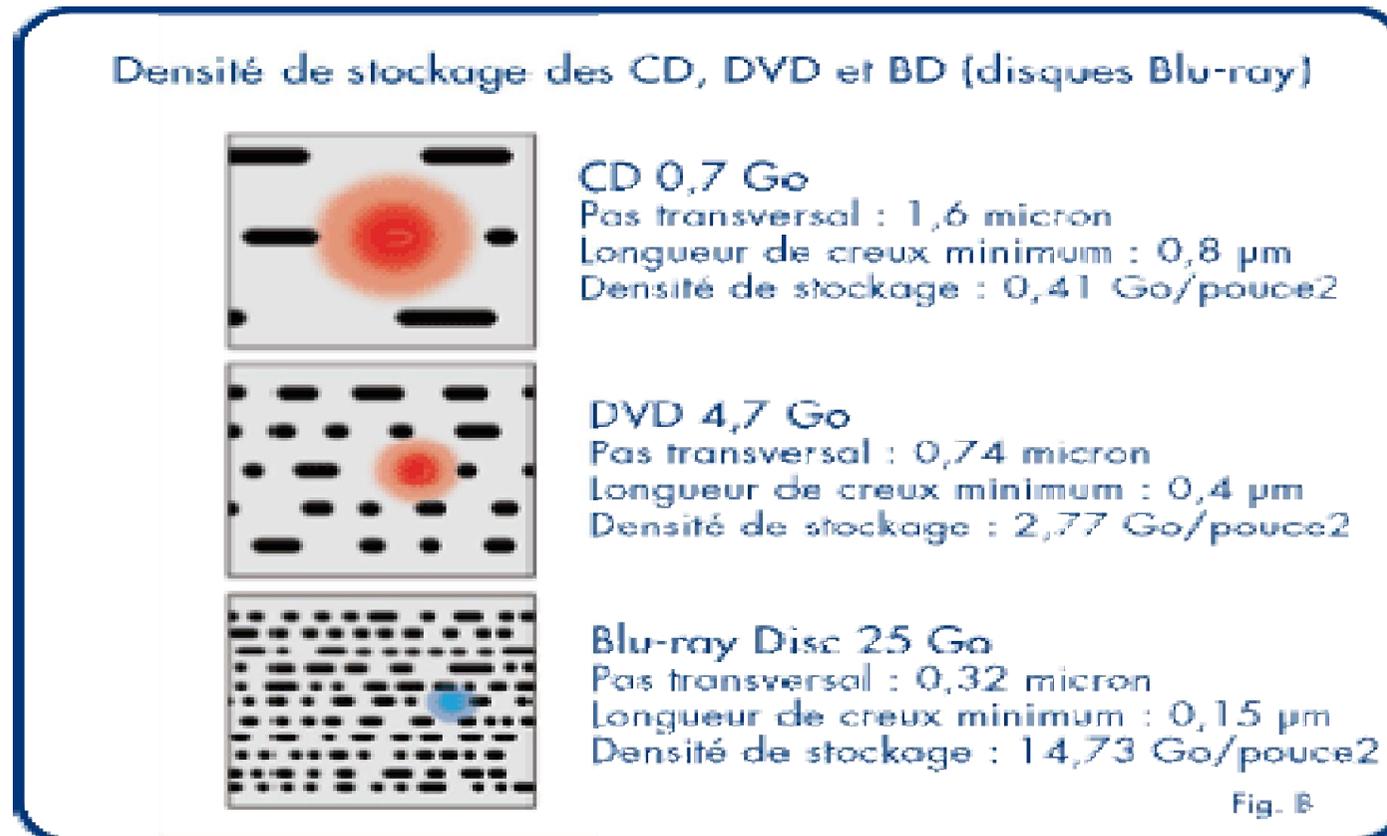
$$NA = \sin(\alpha) = \frac{\frac{D}{2}}{\sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 + f^2}}$$

$$d = 1,22 \frac{\lambda}{NA}$$



Capacité de stockage

Les évolutions du CD vers le Blu-ray ont permis d'augmenter d'un ordre 100 les capacités de stockage des disques. Le diamètre du spot LASER sur le disque optique est proportionnel à la longueur d'onde, ainsi est-il réduit et, de ce fait, il a été possible de diminuer la taille des alvéoles sur les disques. L'augmentation de la densité surfacique permet ainsi une ouverture numérique plus grande

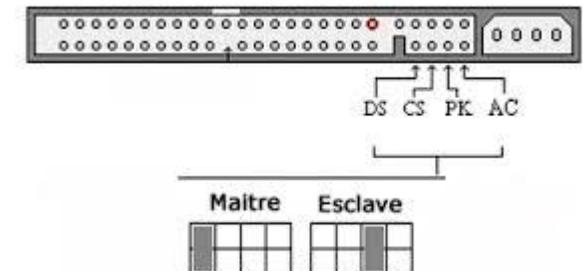
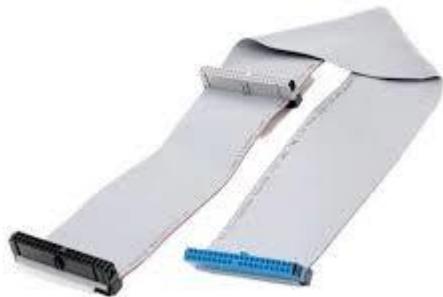


Les caractéristiques d'un lecteur de disque optique

- Sa vitesse: un lecteur allant a 3000ko/s pour CD-ROM et 1a 10 Mo/s pour les DVD.
- Temps d'accès: c'est le temps moyen qu' il met pour aller d'une partie du CD a une autre.
- Par son type: IDE ou SCSI.

Interface et mode de communication

Le **contrôleur IDE** gère deux sorties auxquelles est rattachée une **nappe IDE**, chacune pouvant raccorder deux lecteurs IDE, un maître et un esclave. Le disque dur le plus rapide se raccorde au **canal primaire IDE 1** (le maître) et le plus lent au **canal secondaire IDE 2** (l'esclave). Des **cavaliers** à l'arrière des disques durs IDE permettent de configurer le lecteur en maître. **L'interface IDE permet de connecter jusqu'à 4 unités simultanément : disque dur, lecteur CD...**



Spécificités Interface IDE :

- La transmission des données se fait par un bus parallèle.
- Vitesse de rotation maximale 7200 tours par minute.
- Taux de transfert Maximal 133 Mo par seconde.
- Temps d'accès jusqu'à 8 ms.

Avantages

Les disques IDE coutent moins cher que les autres.

Inconvénients

temps d'accès bien trop important

Nécessite de configurer les disques dur Maître/Esclave.

Interface SCSI

Les cartes mères équipées de **contrôleur SCSI** (Small Computer Serial Interface) intégré sont jusqu'à 20% plus performant et permettent de raccorder en **chaîne jusqu'à 7 périphériques SCSI** (certains contrôleurs SCSI gèrent jusqu'à 15 périphériques). Chaque périphérique appartenant à la chaîne porte **un numéro d'identification** (SCSI ID) pour le différencier des autres.

Avantages

L'interface SCSI permet de gérer plusieurs périphériques. L'échange d'information est supervisé par une carte contrôleur SCSI permettant ainsi au processeur de s'occuper d'autres tâches.

Inconvénients

- ✓ coûte cher
- ✓ Nécessite une carte spéciale pour fonctionner.



Principales interfaces de stockage pour disques durs et SSD :

1.IDE (Integrated Drive Electronics) : Standard ancien pour les disques durs, avec des débits de 100 à 133 Mo/s. Utilisé jusqu'aux années 2000, il utilise des câbles larges à 40 ou 80 broches.

2.SCSI (Small Computer System Interface) : Interface pour disques durs et autres périphériques, **surtout utilisée dans les serveurs** et stations de travail pour sa rapidité et fiabilité.

3.SATA (Serial ATA) : Successeur d'IDE, avec des débits atteignant 600 Mo/s (SATA III). Utilisé largement pour les disques durs et SSD (**Solid State Drive**).

4.SAS (Serial Attached SCSI) : Évolution du SCSI, surtout utilisée en entreprise. Plus rapide et plus fiable que le SATA, avec des vitesses de 12 Gbit/s et plus.

5.NVMe (Non-Volatile Memory Express) : Interface pour SSD exploitant directement le bus PCIe, permettant des vitesses très élevées (jusqu'à 7 Go/s).

La mémoire Flash

La mémoire flash est une mémoire de masse non volatile, combinant les avantages de la mémoire vive (accès rapide aux données) et de la conservation des informations même sans alimentation. Elle stocke les bits de données dans des cellules, qui maintiennent l'information sans besoin d'énergie. Avec des technologies modernes comme 3D NAND et QLC (Quad-Level Cell), la mémoire flash peut désormais offrir des capacités accrues à moindre coût.

Sa rapidité, sa durabilité et sa faible consommation la rendent idéale pour des usages variés : smartphones, SSD, dispositifs IoT, ordinateurs portables, ainsi que les clés USB et cartes SD de grande capacité.

