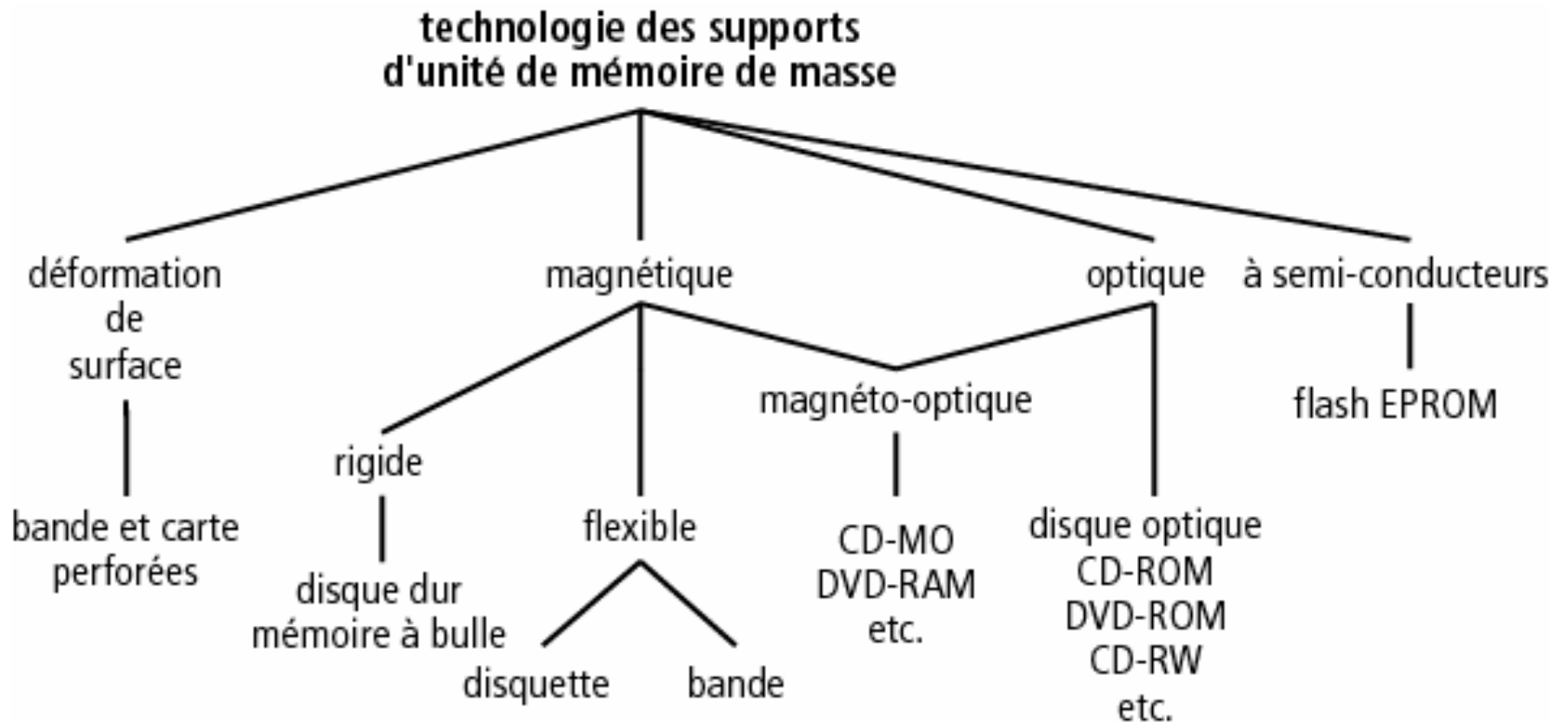


Architecture des ordinateurs

26 - Les mémoires de masse

Philippe Darche
IUT Paris Descartes

Classement fin des technologies de mémorisation de masse

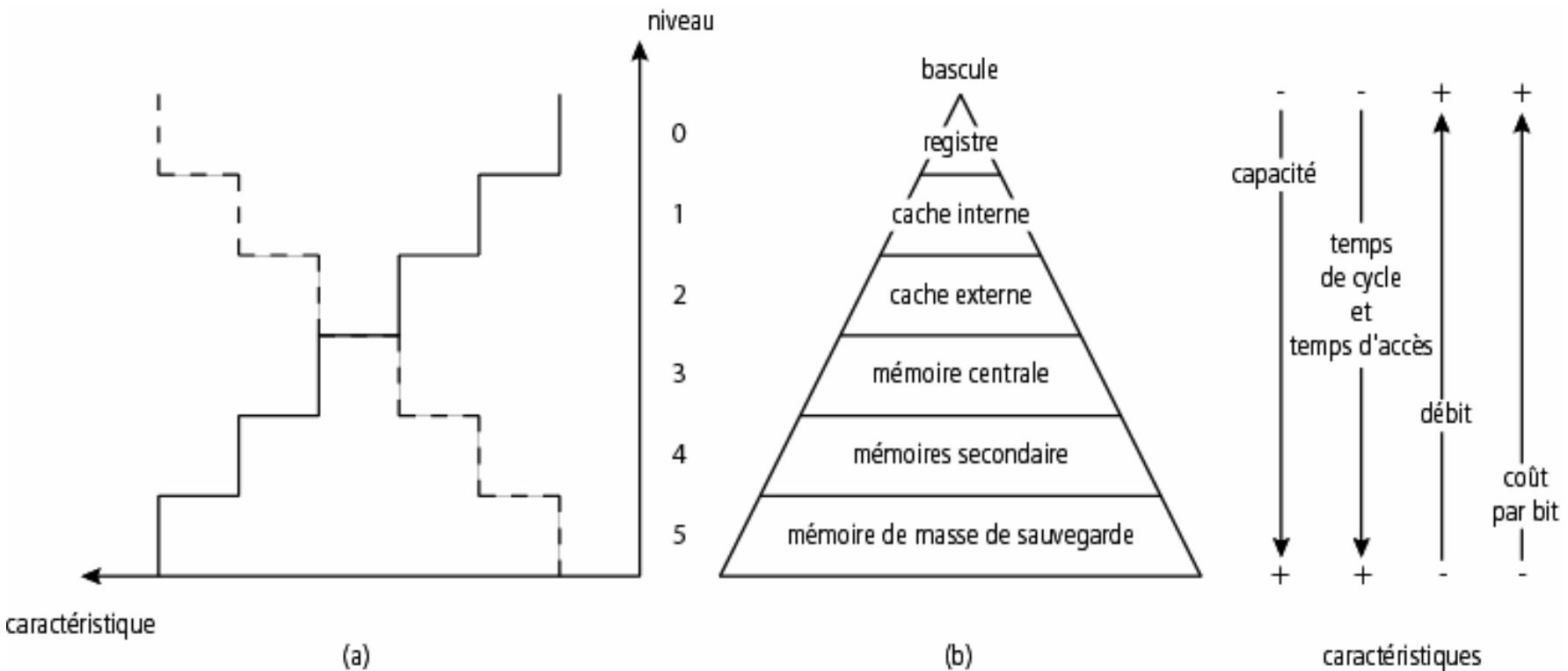




Un besoin de mémorisation des informations

- A cause de :
 - la quantité d 'informations
 - la nécessité de permanence de l'information (sauvegarde)

La hiérarchie des mémoires



Mémoire de masse

- Mémoire secondaire pour sauvegarder de grosses quantités d'informations
 - mémorisation temporaire (ex. : le *swapping*)
 - mémorisation permanente
 - sauvegarde
- Porte en général le nom du support sur lequel les données sont enregistrées
 - lecteur de disquette (unité disque souple)
 - disque dur, etc.

Mémoire de masse

- Principe de mémorisation basé sur l'électronique, le magnétisme et/ou l'optique
- Caractéristiques principales
 - capacité d'enregistrement
 - temps d'accès
 - taux de transfert ou débit

Mémoire de masse

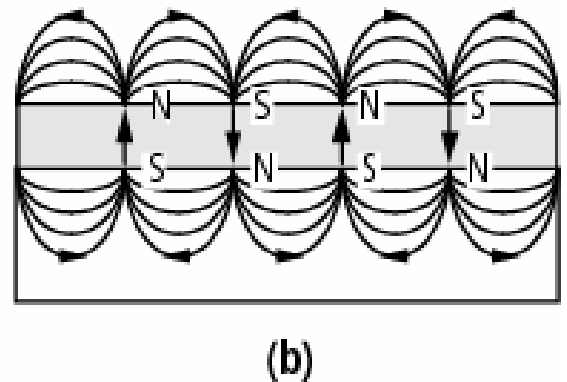
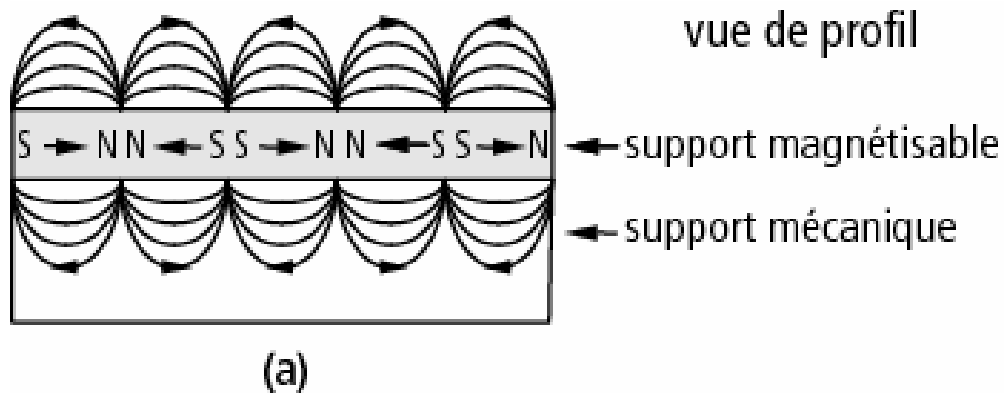
- Accès aléatoire ou séquentiel à l'information
- Support de mémorisation fixe ou amovible
- Exemples :
 - le lecteur de disquette (*floppy drive*)
 - l'unité disque dur
 - l'unité disque (magnéto-optique)
 - l'unité à bande magnétique

Historique de l'enregistrement magnétique

- Date du début du XX^e siècle
- A l'origine, une bande d'acier
- 1928 : bande de papier recouverte d'une couche de fer carbonyle
- 1932 : I. G. Farben remplace le papier par une matière plastique
- 1939 : remplacement du fer carbonyle par son oxyde

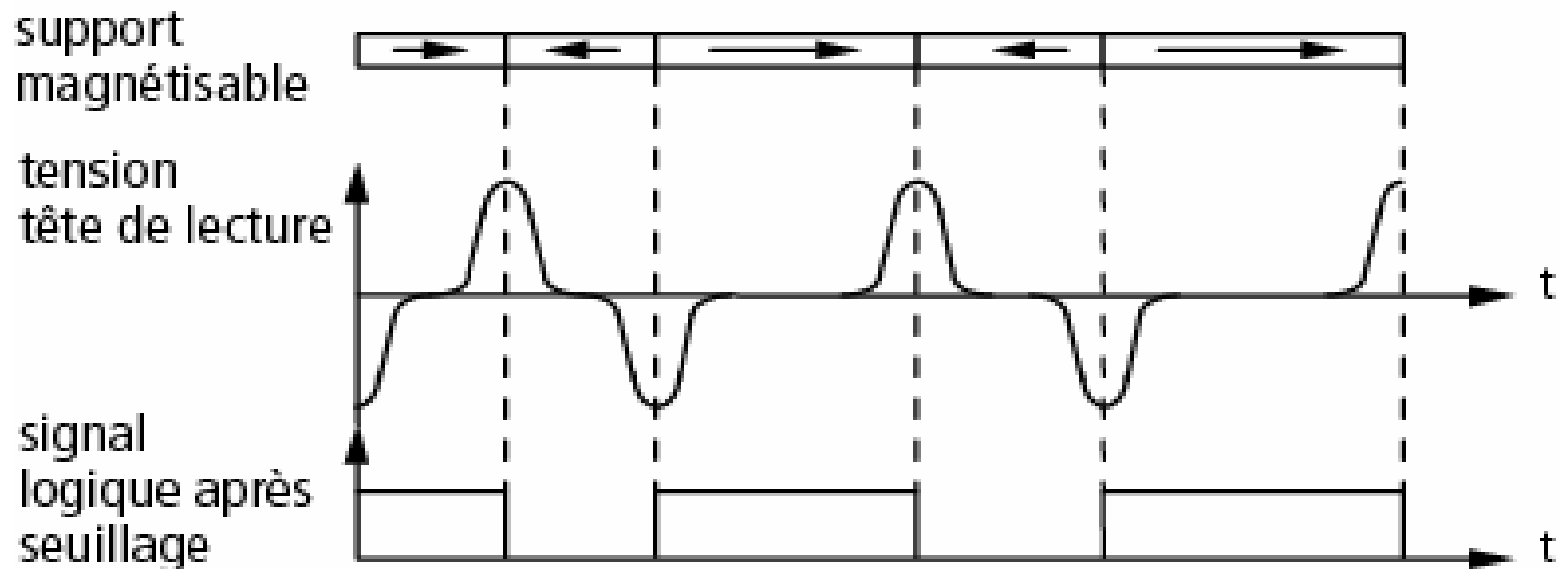
Unité mémoire de masse magnétique

- Principe de mémorisation : variation d'orientation d'un champs magnétique
 - horizontalement (a), verticalement (b), ou autres orientations



- Données = ensemble de transitions

Signal de lecture



Support de stockage

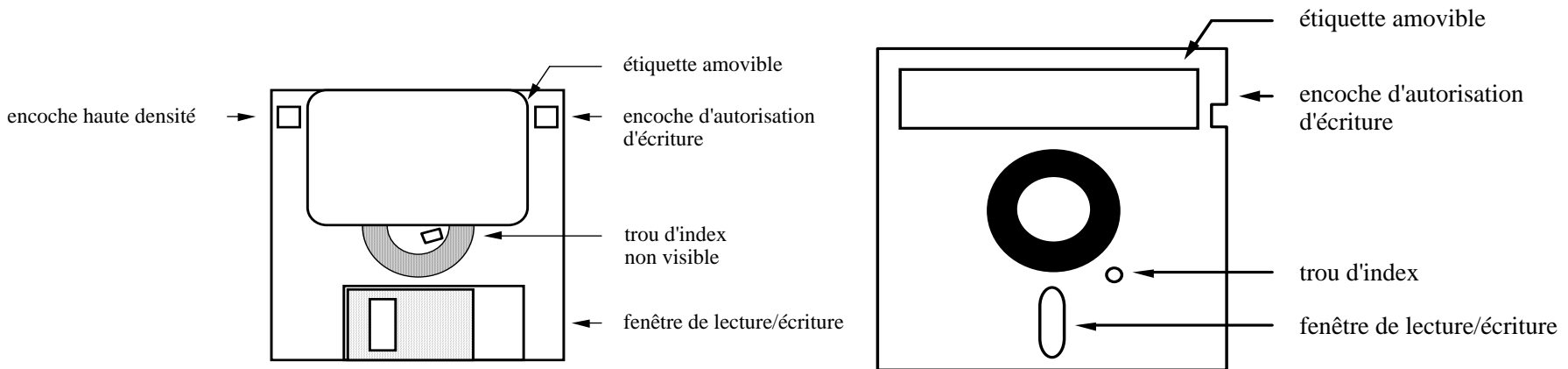
- Support mécanique : aluminium, mylar, verre
- Support magnétisable
 - oxyde de fer

support magnétisable
support mécanique
support magnétisable

La disquette

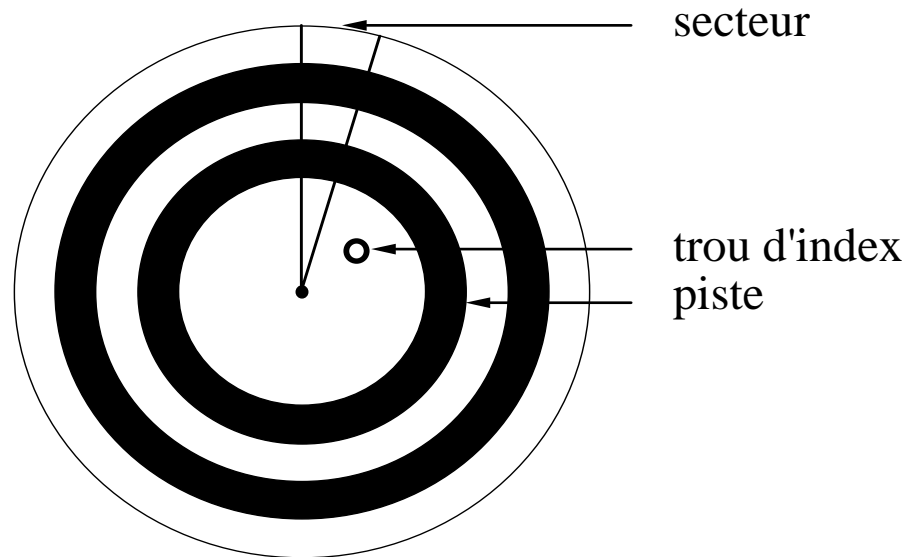
□ Facteur de forme

- (3"), 3"1/2, 5"1/4 (8"!)



Organisation de la disquette

- Une disquette = {pistes}
- Une piste = {secteurs}



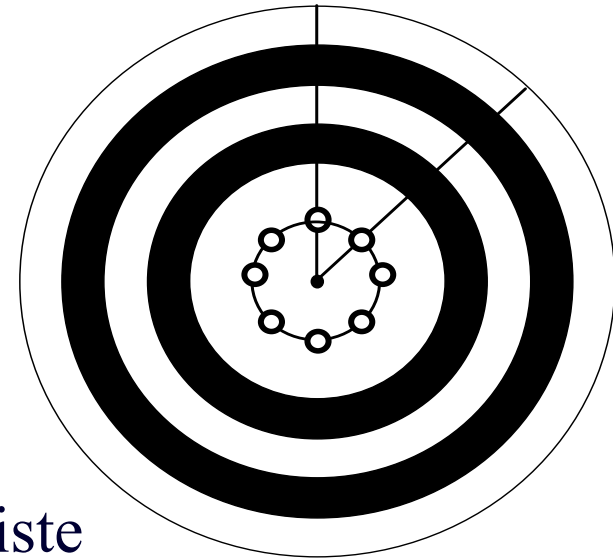
Sectorisations de la disquette

□ Matérielle

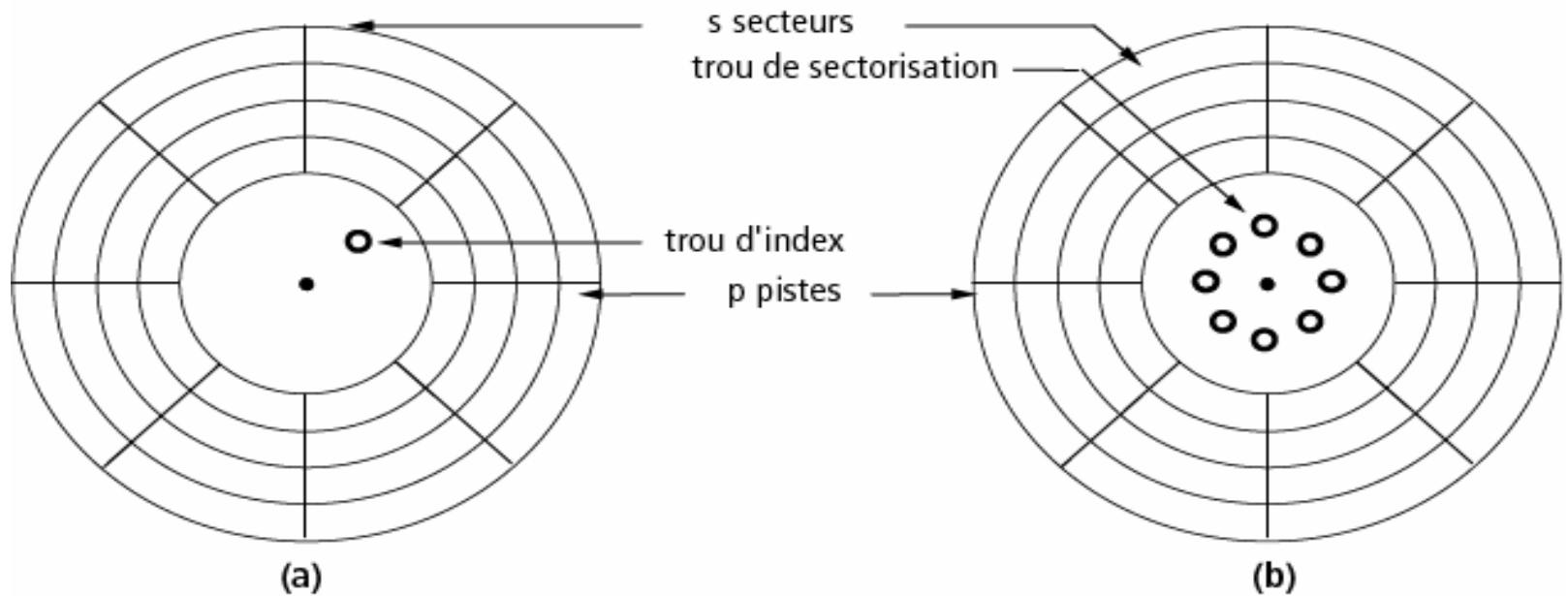
- un trou d'index par secteur!
- technique abandonnée

□ Logicielle

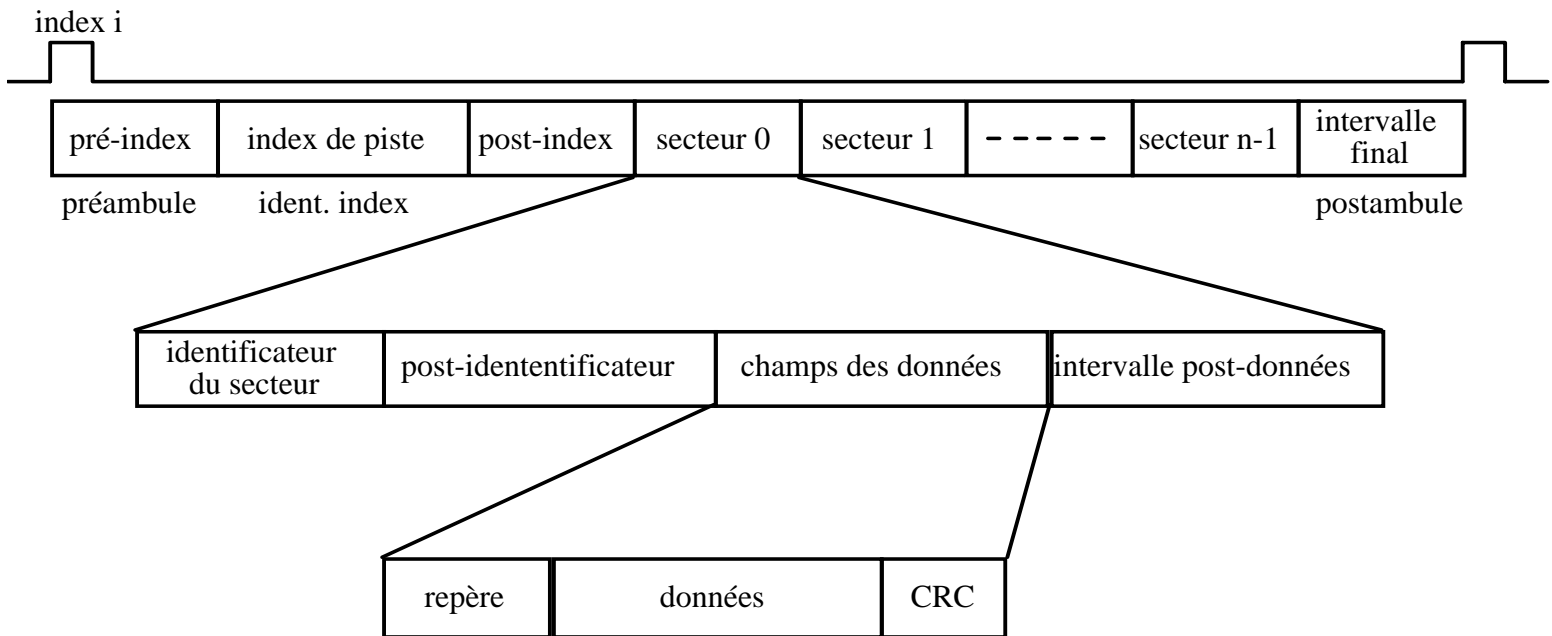
- un trou d'index pour le début de piste
 - secteur 0 de la piste
- technique actuelle



Sectorisations logicielle (a) et matérielle (b)



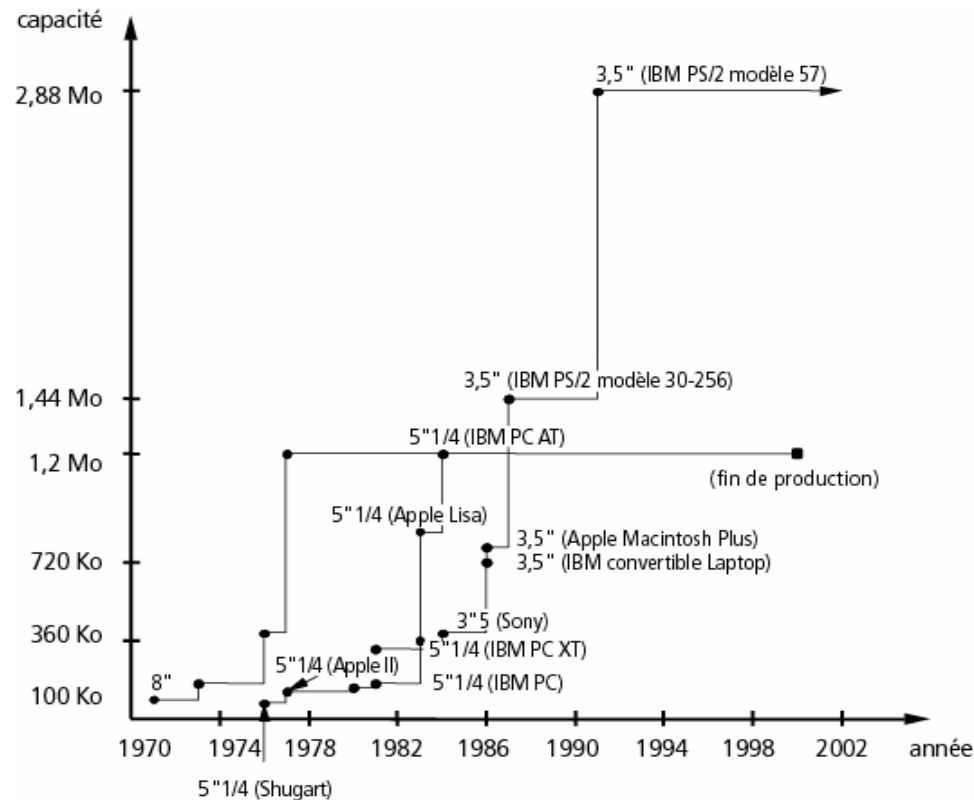
Formatage d'une piste



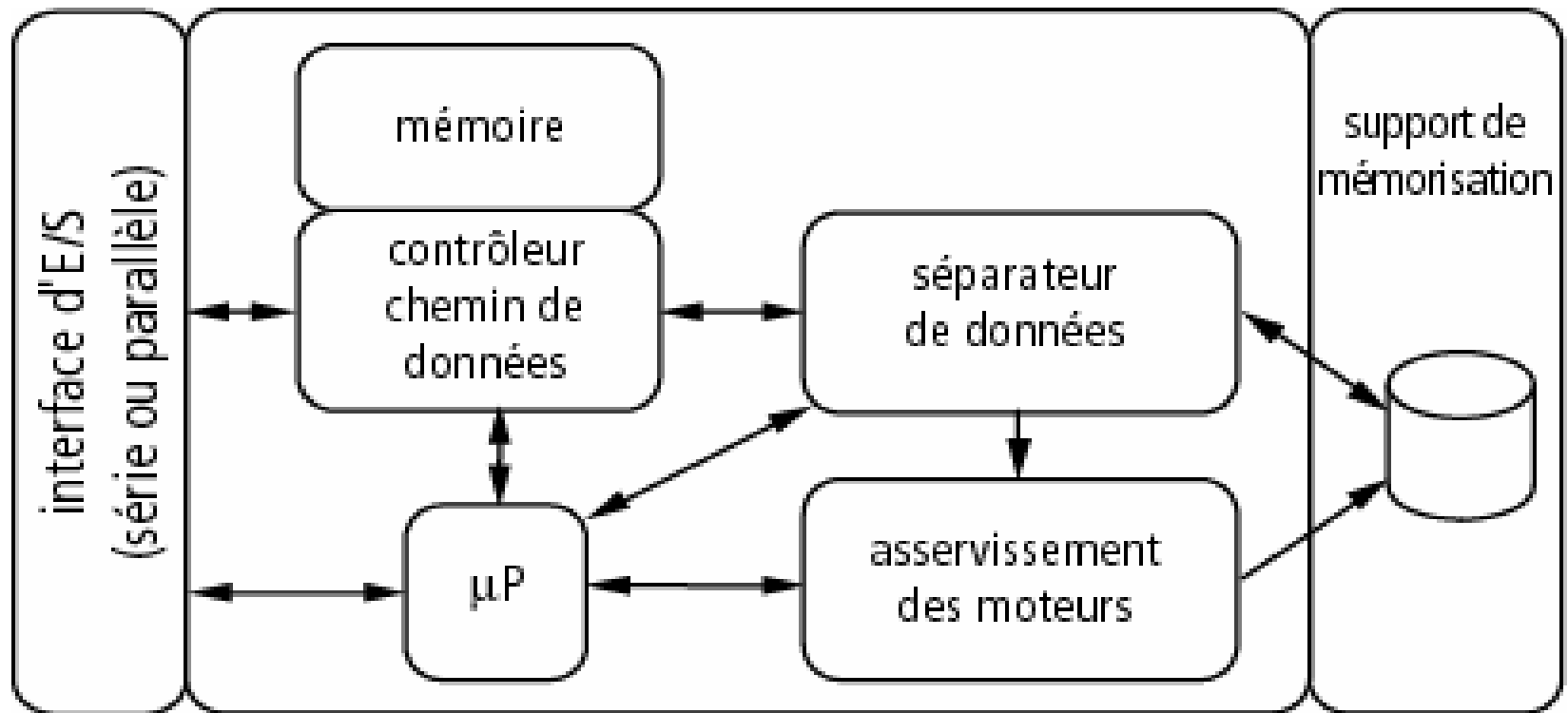
Formats commerciaux de disquette

Diamètre	Face(s)	Pistes/face	Secteur/piste	Capacité
5"1/4	1	40	8	160 Ko
5"1/4	1	40	9	180 Ko
5"1/4	2	40	8	320 Ko
5"1/4	2	40	9	340 Ko
5"1/4	2	80	15	1,2 Mo
3"1/2	2	80	9	720 Ko
3"1/2	2	80	18	1,44 Mo

Génération des disquettes



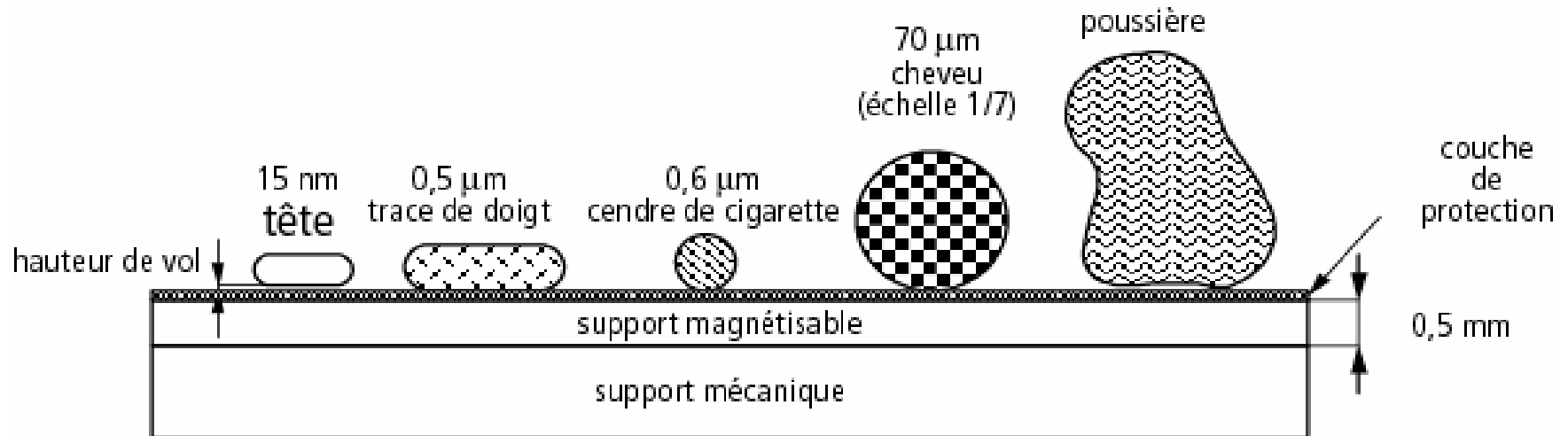
Structure d'une unité à disque dur



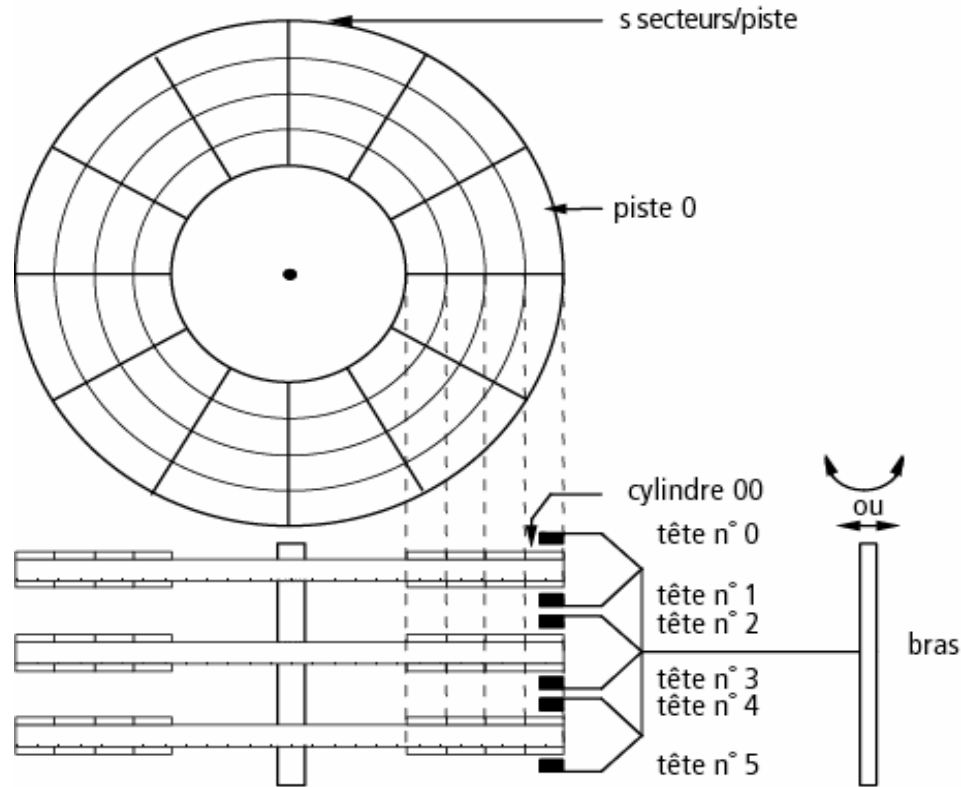
La tête

- Technologies
 - métallique (les premières), céramique, film mince et maintenant magnéto-résistive
- Reposante ou flottante

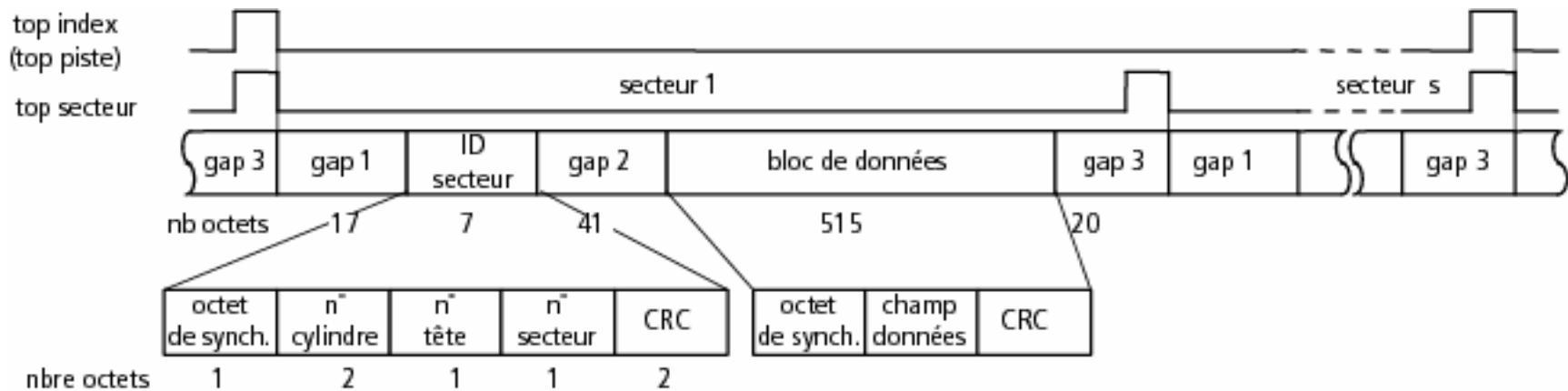
Quelques ordres de grandeur



Secteurs, pistes et cylindres d'une unité à disques durs



Structure d'un secteur



Caractéristiques

- Formats usuels : le facteur de forme
 - 2", 2,5 ", 3"1/2, 5"1/4 ou 8"
- Nombre de plateaux
- Une tête / unité - une tête par face, une tête par piste
- Tête flottante ou frottante
- Vitesse de rotation (tr/mn)
- Densité radiale (tpi) et longitudinale

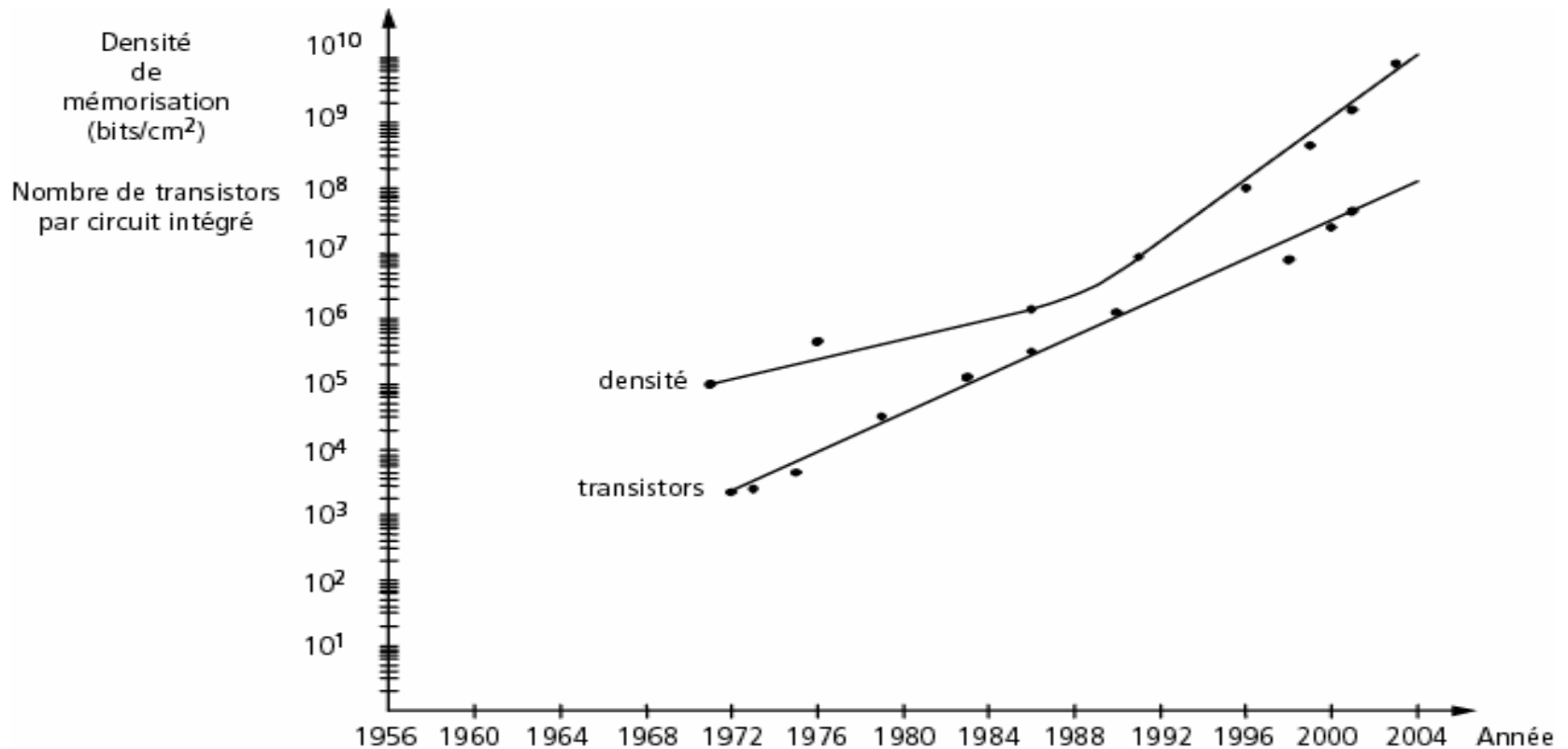
Caractéristiques (2)

- Taux de transfert ou débit (Mo/s)
- Temps d'accès
- Fiabilité
 - MTBF (*Mean Time Between Failure*) en heures

Caractéristiques (3)

- Le codage
 - FM (*Frequency Modulation*)
 - MFM (*Modified Frequency Modulation*)
 - M²FM (*Modified² Frequency Modulation*)
 - RLL (*Run Length Limited*)
- Interface externe
 - ST506 - ST412 (ancêtre)
 - (E)IDE (ou ATA) et SATA, PC Card (PCMCIA)
 - SCSI et variantes

Evolution des capacités des unités à disque magnétique



Disques commerciaux (Conner 1997)

Caractéristiques	DS420A	DS540A	DS850A	DS1275A
Interface	Enhanced IDE	Enhanced IDE	Enhanced IDE	Enhanced IDE
Format	5"1/4	5"1/4	5"1/4	5"1/4
Capacité formatée	425 Mo	540 Mo	850 Mo	1275 Mo
Seek time				
Track to track	3 ms	3 ms	3 ms	3 ms
Average (read/write)	14 ms	14 ms	14 ms	14 ms
Maximum	28 ms	28 ms	26 ms	26 ms
Latence moyenne	8,3 ms	8,3 ms	8,3 ms	8,3 ms
Vitesse de rotation ($\pm 1\%$)	3600 tr/mn	3600 tr/mn	3600 tr/mn	3600 tr/mn
Overhead contrôleur	< 1 ms	< 1 ms	< 1 ms	< 1 ms
Taux de transfert données	Š 16,6 Mo/s	Š 16,6 MBo/s	Š 16,6 Mo/s	Š 16,6 Mo/s
Taille du buffer	64 Ko	64 Ko	64 Ko	64 Ko
Nombre de fichiers	5700	5700	5700	5700
MTBF	Š 300 000 h	Š 300 000 h	Š 300 000 h	Š 300 000 h
Garantie	3 ans	3 ans	3 ans	3 ans

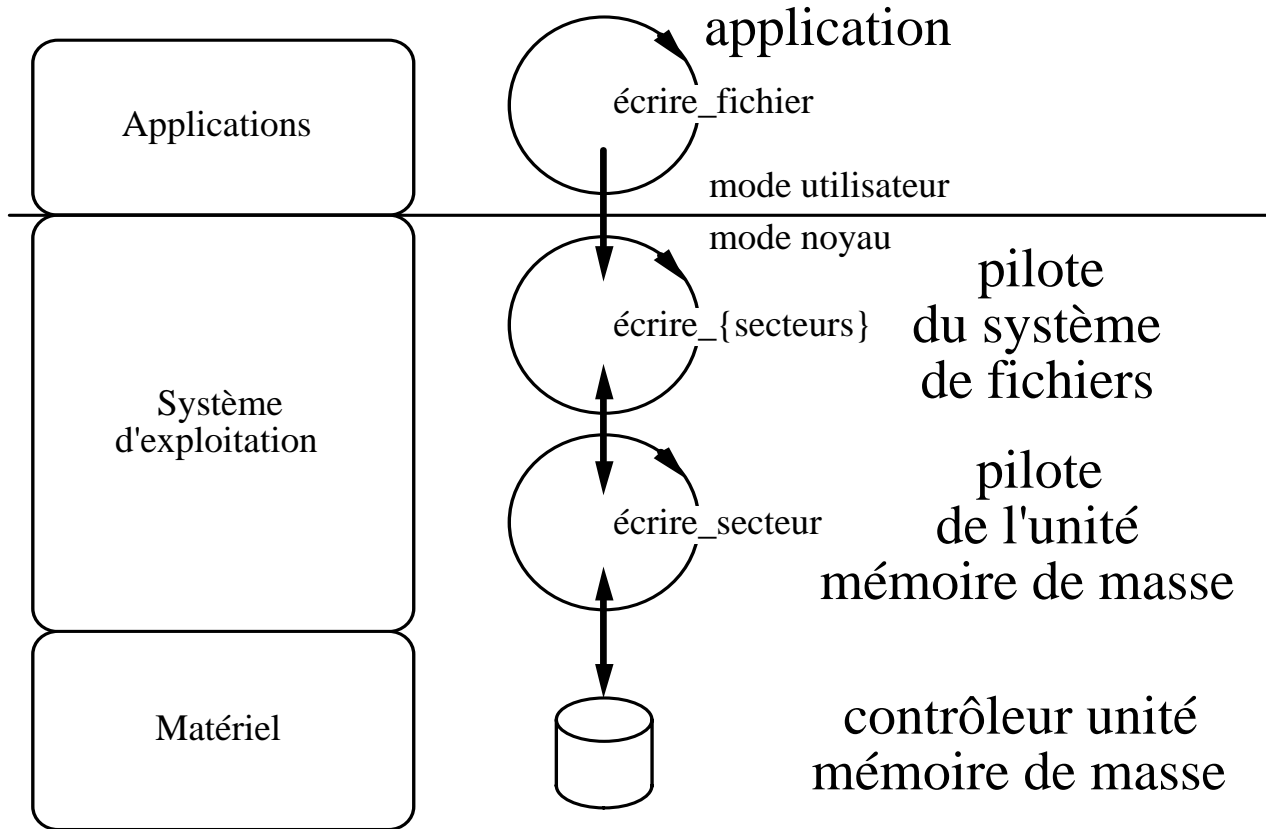
Disques commerciaux (Maxtor 2004)

Caractéristiques	6Y160L0	Atlas 15K
Interface	ATA/133	Ultra 320 SCSI
Format	3,5"	3,5"
Capacité formatée (Go)	160	73,4
Seek time (ms)		
track to track	non précisé	0,3/0,5 (R/W)
average (read/write)	9	3,4/3,8 (R/W)
maximum		8/9 (R/W)
Latence moyenne (ms)	4,17	2
Vitesse de rotation ($\pm 1\%$)	7 200 tr/mn	15 000 tr/mn
Taux de transfert interface (Mo/s)	133	75
Taille du buffer (Mo)	2	8
MTBF (h)	500 000	1 200 000
Garantie	1 an	5 ans

Couches de gestion



Relation avec le système d'exploitation (5)



Unité mémoire de masse à disque optique

- DON ou Disque Optique Numérique
- Deux approches
 - optique
 - magnéto-optique
- Domaines d'utilisation
 - archivage
 - sauvegarde

Caractéristiques d'un disque optique (1)

- Du support de mémorisation
 - types
 - à lecture seule
 - réinscriptible
 - nombre d'octets/secteur : 1024 - 512
 - nombre de secteurs/piste : 17 - 31
 - nombre de pistes
 - capacité formatée
 - *error correction length* de 80 octets

Caractéristiques d'un disque optique (2)

- De l'unité
 - capacité du tampon
 - interfaces
 - SCSI
 - IDE (ATA) et variantes (ultra ATA)
 - PC CARD (PCMCIA)

Caractéristiques d'un disque optique (3)

□ Temporelles

- taux de transfert ou débit
- taux de transfert en rafale synchrone - asynchrone
- latence moyenne
- temps de positionnement moyen (*seek time*)
- taux d'erreur (*bit error rate*) 10^{-XX}

Caractéristiques d'un disque optique (4)

- Mécaniques
 - format du disque
 - mode de rotation
 - vitesse de rotation
 - nombre de charge/décharge
 - dimension
 - masse
 - facteur de forme

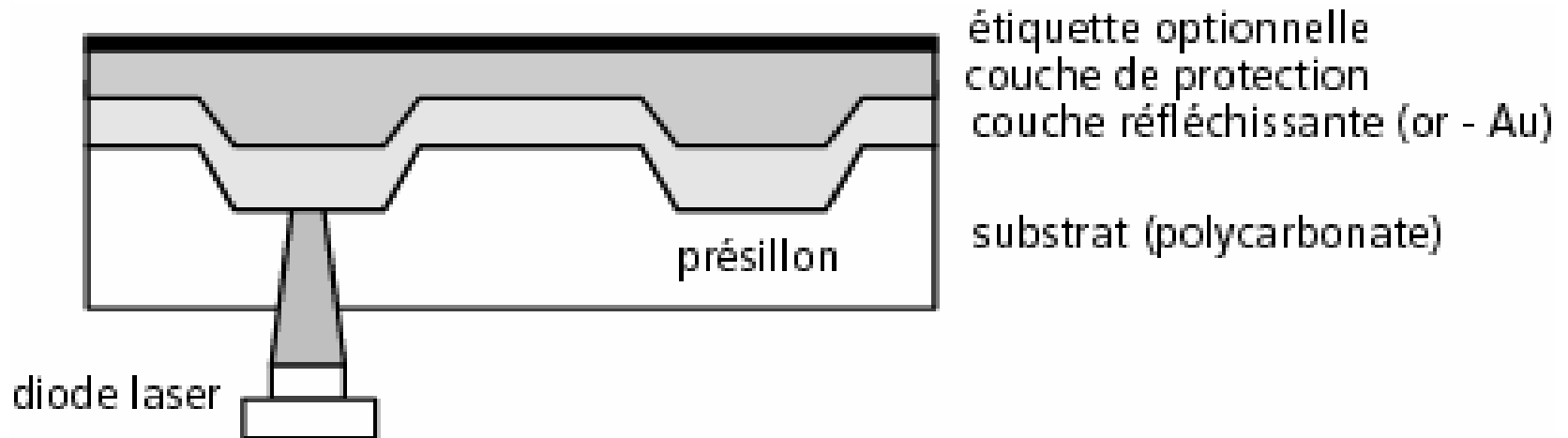
Modèles de disques optiques (1)

- CD audio, CD vidéo
- WORM (*Write Once Read Many*)
- CD-ROM (*Compact Disc-ROM*)
 - CD-R (*CD Recordable*)
 - CD-RW (*CD ReWritable*)
 - CD-E (*CD Erasable*)
- DVD (*Digital VideoDisc*)
 - CD vidéo numérique

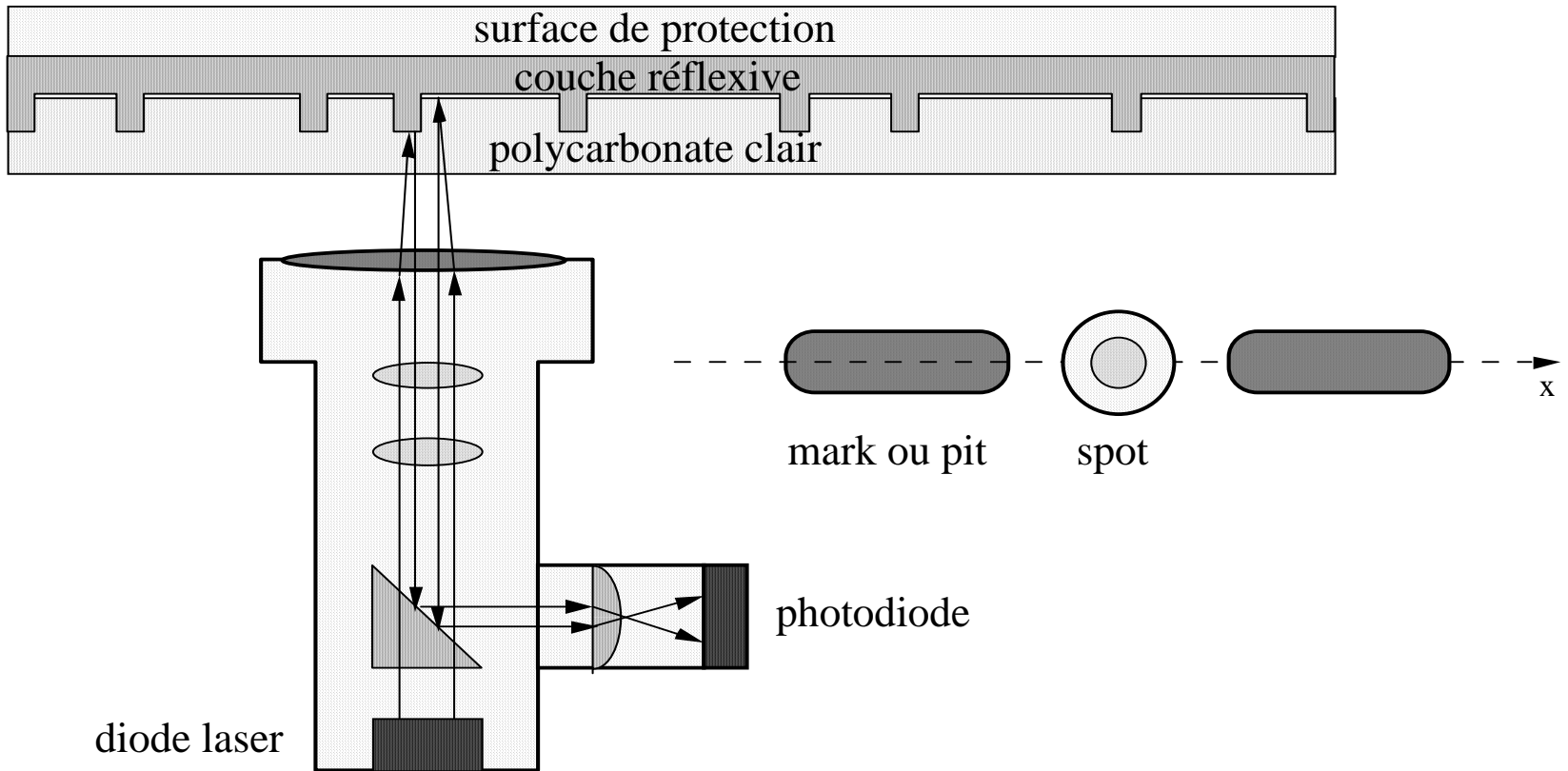
Modèles de disques optiques (2)

- CD-I : CD *Interactive (green book)*
 - GE/RCA (1986)
- CD-ROM XA (*Extended Architecture*)
 - Philips, Sony et Microsoft (1988)
- CD-Plus
- *Enhanced-CD*
- Photo CD
 - Kodak

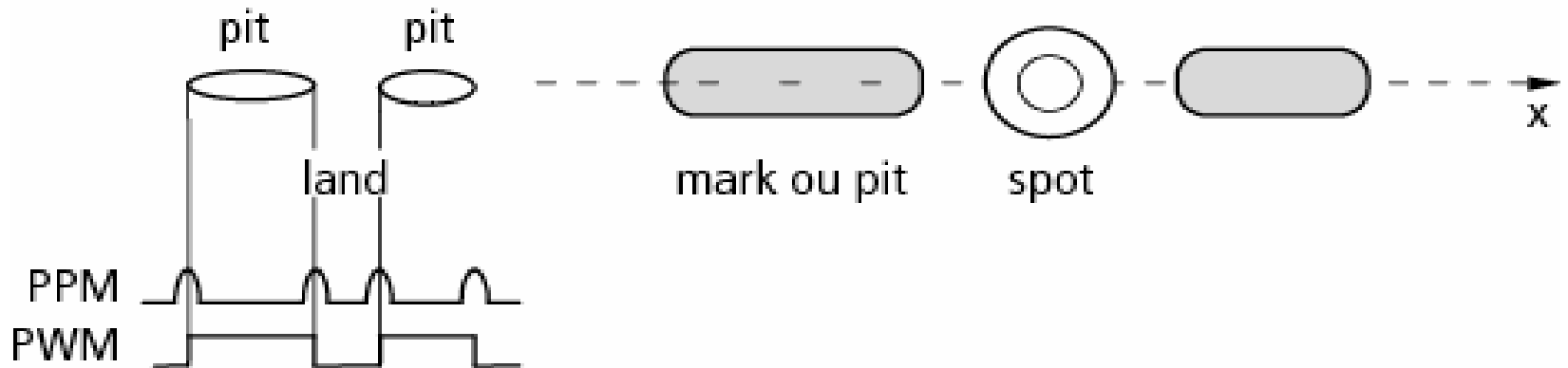
Structure d'un CD-R (technique par fusion)



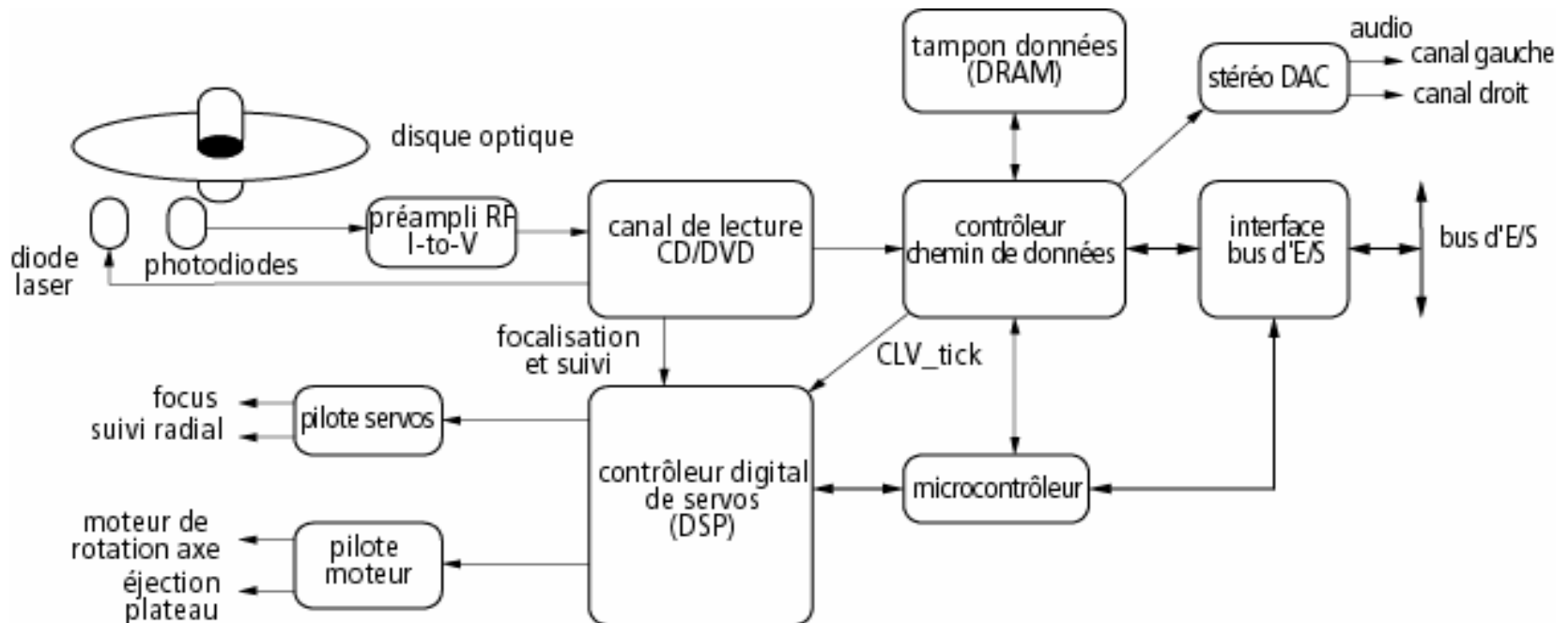
Systeme de lecture



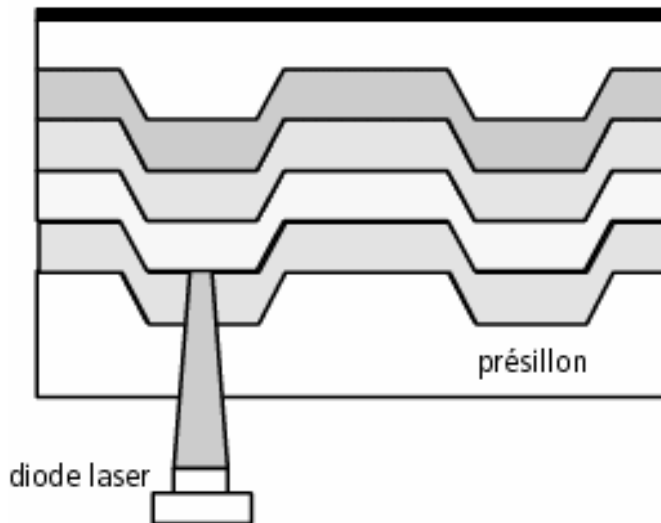
Signal d'un CD-ROM



Structure d'une unité à disque optique



Structure d'un CD-RW



étiquette
couche de protection
couche réfléchissante
couche isolante supérieure (ZnS-SiO₂)
couche d'enregistrement à changement de phase (AgInSbTe)
couche isolante inférieure (ZnS-SiO₂)
substrat (polycarbonate)

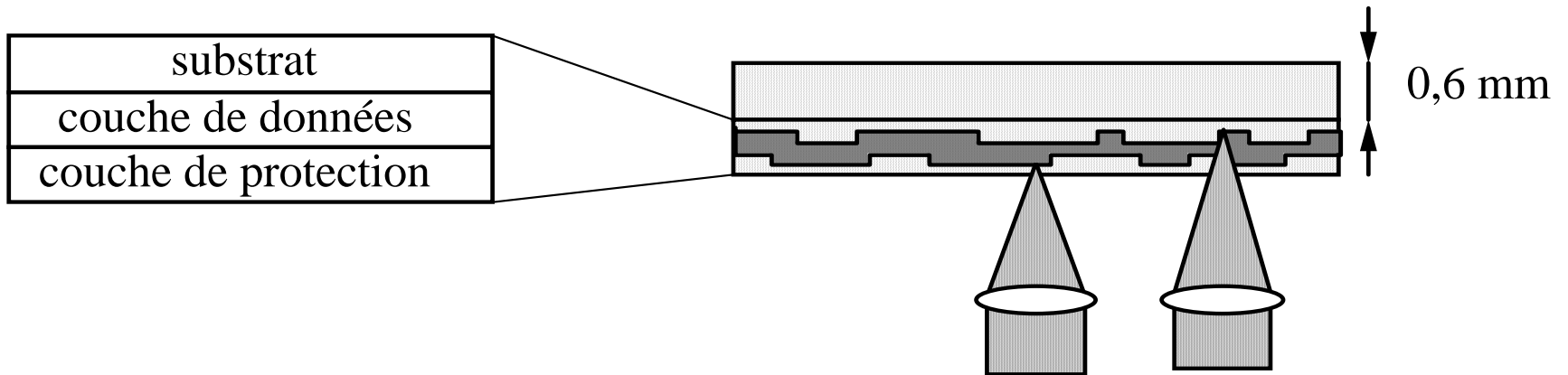
DVD ROM (1997)

- ❑ Format : 12 cm (4,7”) et 8 cm
- ❑ Epaisseur : 1,2 mm
- ❑ Substrat en polycarbonate
- ❑ Pas de piste (*track pitch*) : 0,74 μm
- ❑ Longueur pit : 0,4 μm
- ❑ Capacité totale : 4,7 à 17 Go
- ❑ Longueur d’onde : 635-650 nm \rightarrow rouge

Tableau comparatif

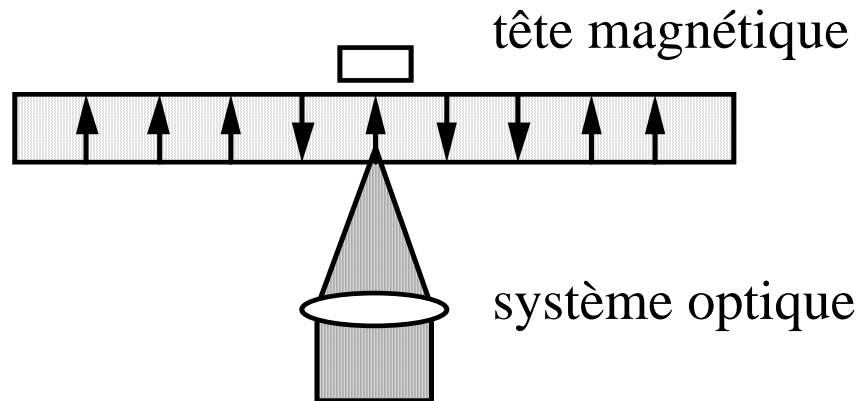
Désignation	Caractéristiques		Capacité (Go)	
	NB face	NB couche	Format 120 mm	Format 80 mm
DVD-ROM	1	1	4,7	1,4
DVD-ROM	1	2	8,5	2,6
DVD-ROM	2	1	9,4	2,9
DVD-ROM	2	2	17	5,3
DVD-R	1	1	3,9	1,2
DVD-R	2	1	7,8	2,4
DVD RAM	1	1	2,6	0,7
DVD RAM	2	1	5,2	1,5

Lecture de deux couches

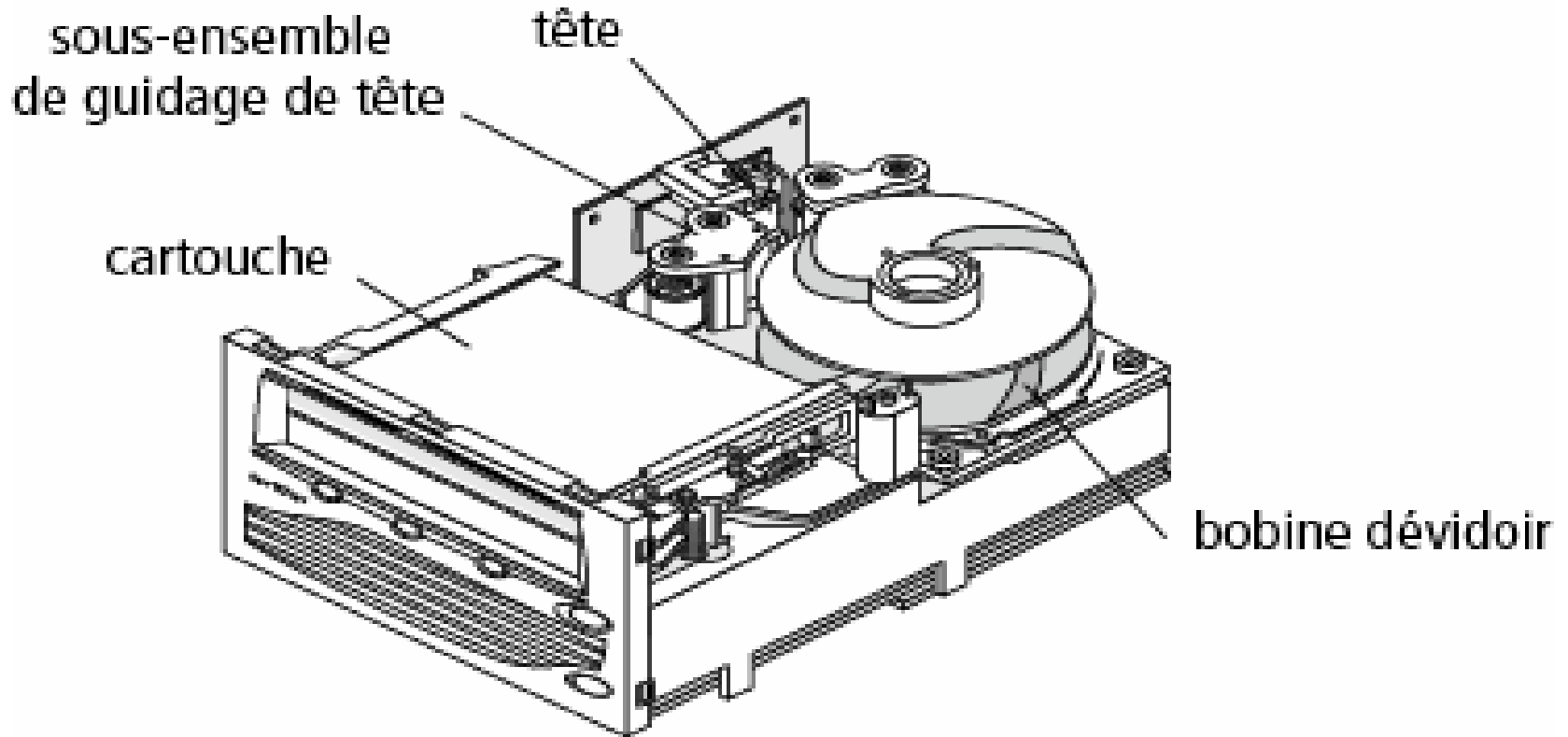


Technologie magnéto-optique - Lecture/écriture

- Chauffage du substrat par laser
- Ecriture par tête magnétique

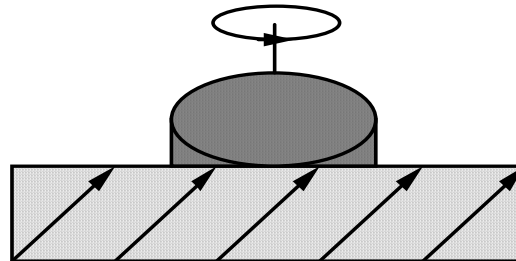
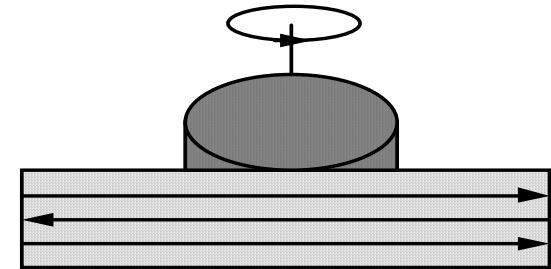
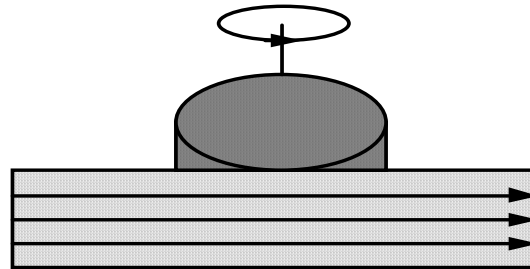


Unité de mémoire de masse à bande magnétique

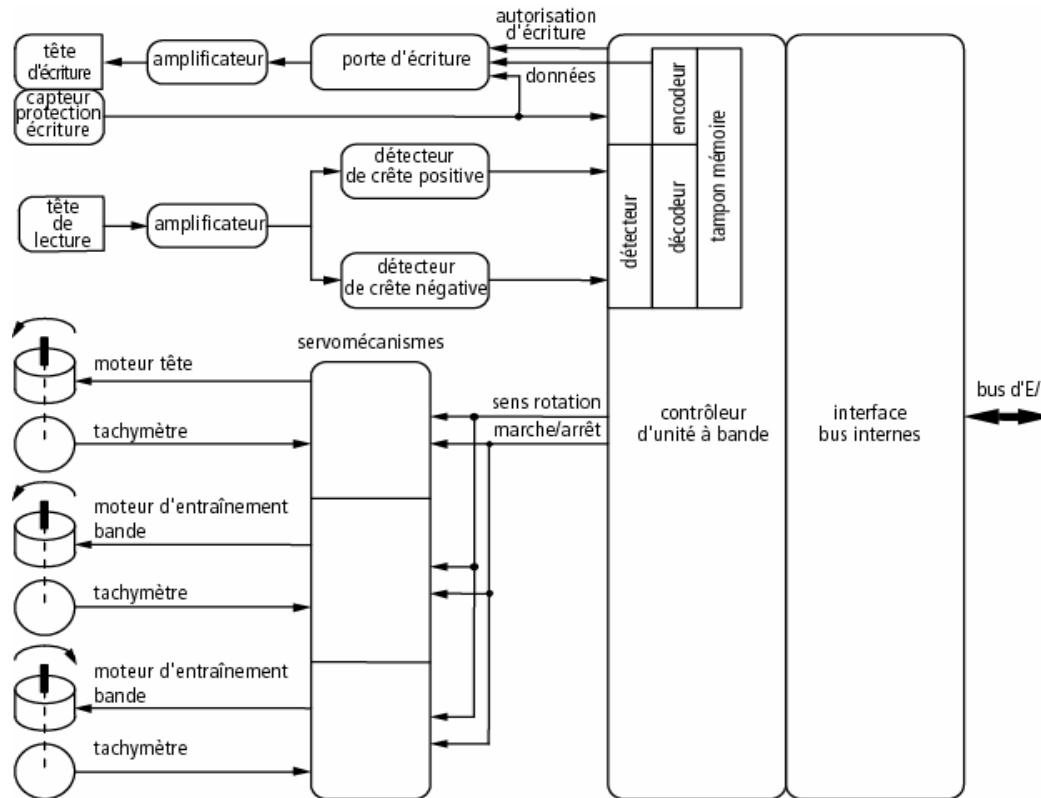


Lecteur de bande

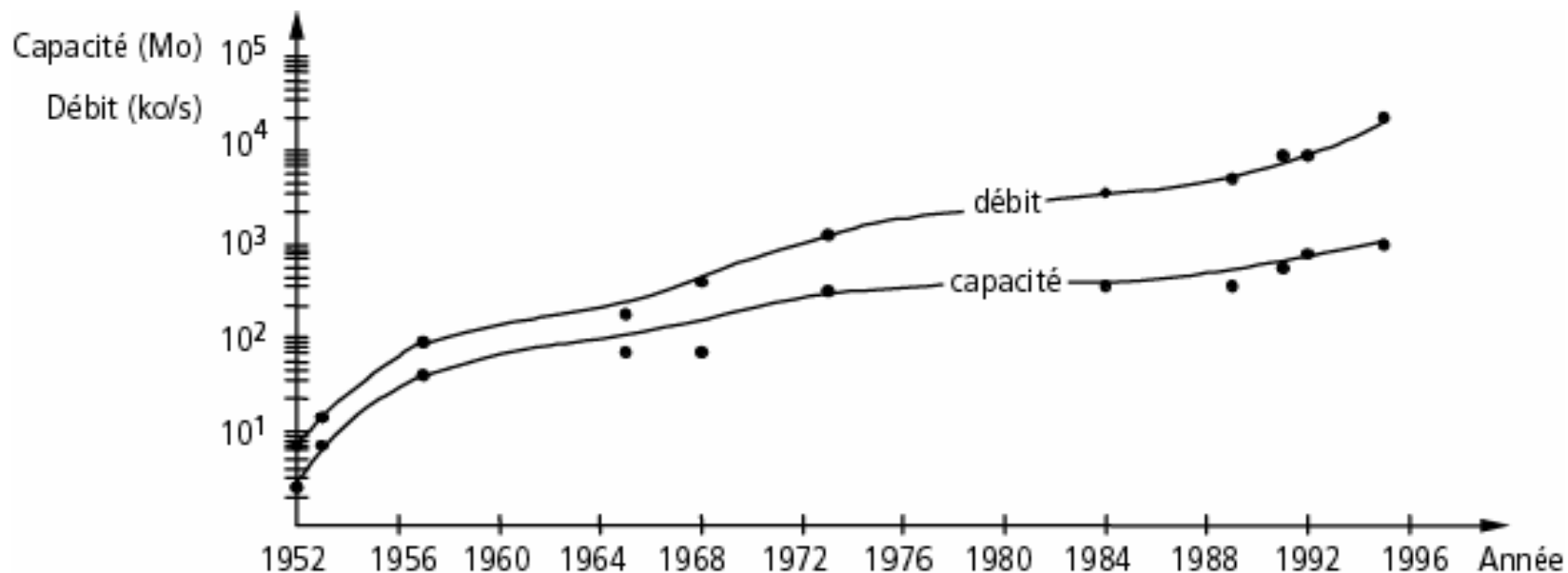
- Capacité de stockage $> T_0$
- Enregistrement
 - linéaire
 - hélicoïdal



Synoptique d'une interface d'unité à bande magnétique



Evolution des capacités des unités à bande magnétique



Unité de mémoire de masse à semiconducteurs

- Utilisation de mémoires non volatiles (technologie Flash)
- Standards
 - *Flash memory*
 - PCMCIA-ATA *Flash memory* et PC *Flash memory*

Unité de mémoire de masse à semi-conducteurs

□ Standards (suite)

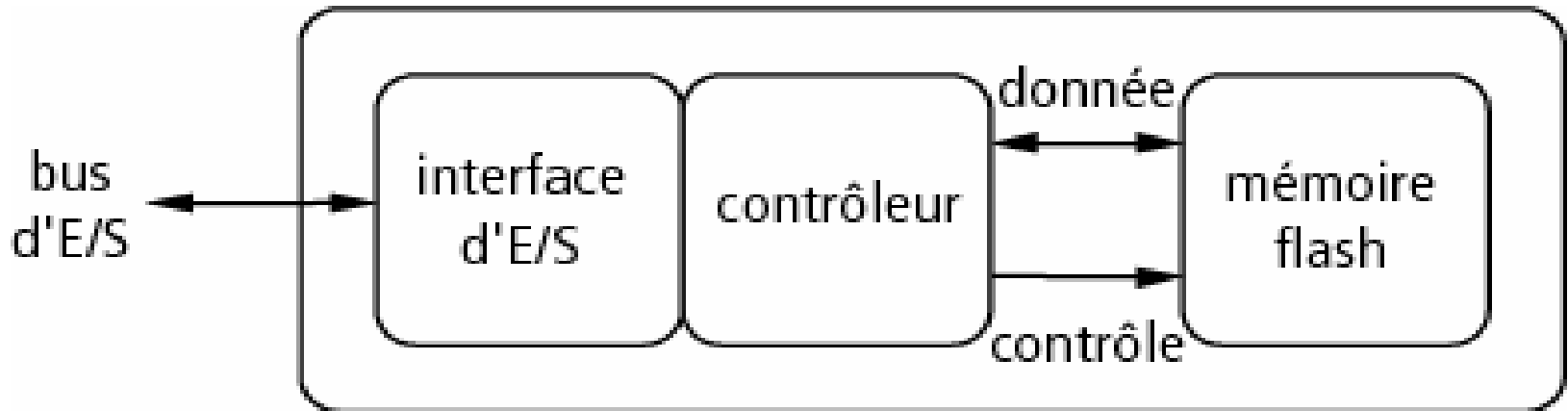
■ Minicard

- promu par Intel et d'autres fabricants (AMD, Fujitsu et Sharp)
- RAM, ROM et Flash de 1 à 64 Mo
- $38 \times 33 \times 3,5$ mm
- 5V ou 3,3 V

■ SSFDC (*Solid State Floppy Disk Card*)

- promu par Toshiba
- $45 \times 37 \times 0,76$ mm, 5V

Structure d'une unité à mémoire à semi-conducteurs



Interfaces pour mémoire de masse

- Parallèles
 - ST506 - ST412 (les premières du PC)
 - ATAPI IDE (*Parallel* ATA ou PATA)
 - SCSI
 - PC Card et DeviceBay
- Séries haut débit
 - USB
 - IEEE1394 (*firewire*)
 - Serial ATA (SATA)

Interface IDE pour un PC

