

Électronique et Composants de Systèmes - ECoSys

Dr. Djilali IDOUGHI

Département de Matématique Informatique MI

Faculté des Sciences Exactes

Université A. Mira de Bejaia

www.ecosys-mi.weebly.com

Électronique et Composants de Systèmes

Chapitre 4. La mémoire

1. INTRODUCTION

- La mémoire est le deuxième composant en importance dans un ordinateur.
- Lorsque les programmes sont exécutés, ils sont d'abord chargés en mémoire afin d'être traités.
- Chaque tâche effectuée sur un ordinateur doit temporairement enregistrer des informations en mémoire.

1. INTRODUCTION

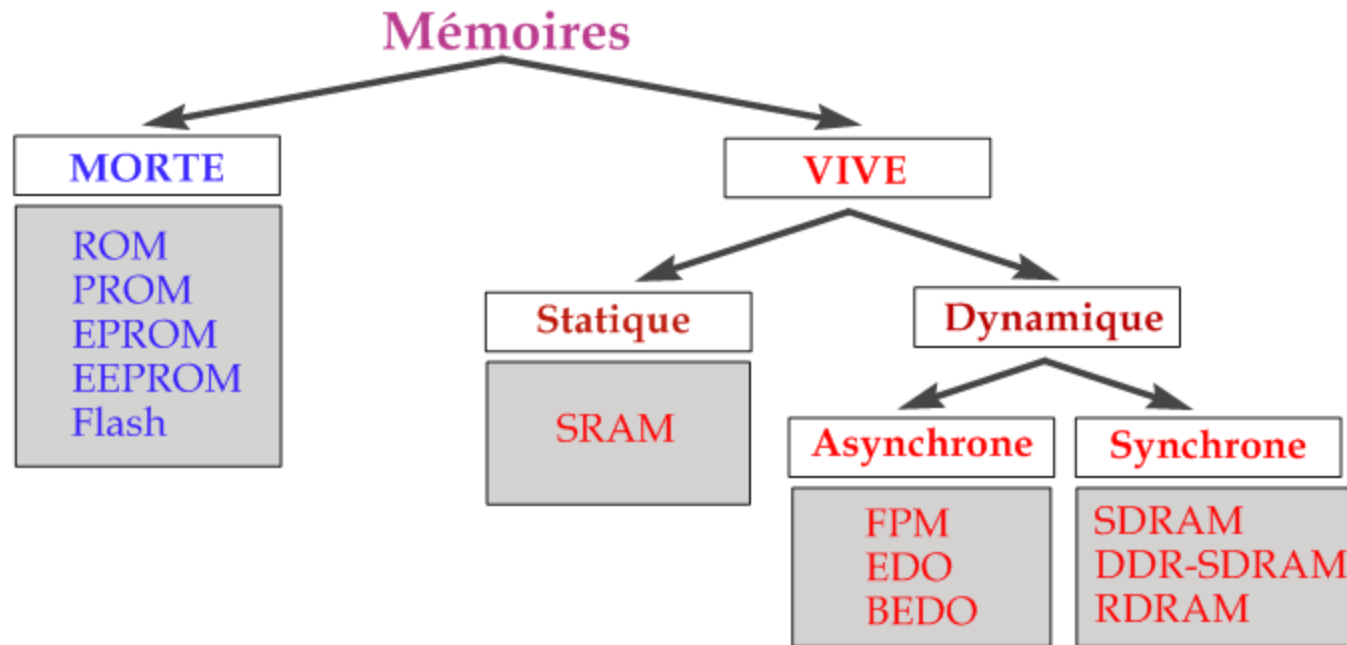
- La mémoire vive de l'ordinateur, aussi appelée RAM pour l'anglais Random Access Memory, sert à stocker des informations temporaires de l'ordinateur.
- L'ordinateur stocke des données lors de leur traitement dans la mémoire vive mais ces informations sont effacées lors de la mise hors tension de l'ordinateur.
- La mémoire vive fonctionne en écriture et en lecture et traite des données venant du processeur, du disque dur mais aussi des périphériques tels que le lecteur DVD.
- La mémoire vive se présente comme des petites barrettes en plastique avec des puces et circuits intégrés que l'on insère dans la carte mère.

1. INTRODUCTION

- La mémoire vive de l'ordinateur, aussi appelée RAM pour l'anglais Random Access Memory, sert à stocker des informations temporaires de l'ordinateur.
- L'ordinateur stocke des données lors de leur traitement dans la mémoire vive mais ces informations sont effacées lors de la mise hors tension de l'ordinateur.
- La mémoire vive fonctionne en écriture et en lecture et traite des données venant du processeur, du disque dur mais aussi des périphériques tels que le lecteur DVD.
- La mémoire vive se présente comme des petites barrettes en plastique avec des puces et circuits intégrés que l'on insère dans la carte mère.

2. CLASSIFICATION

- Les différentes mémoires peuvent être classées comme indiqué sur le schéma ci-dessous :



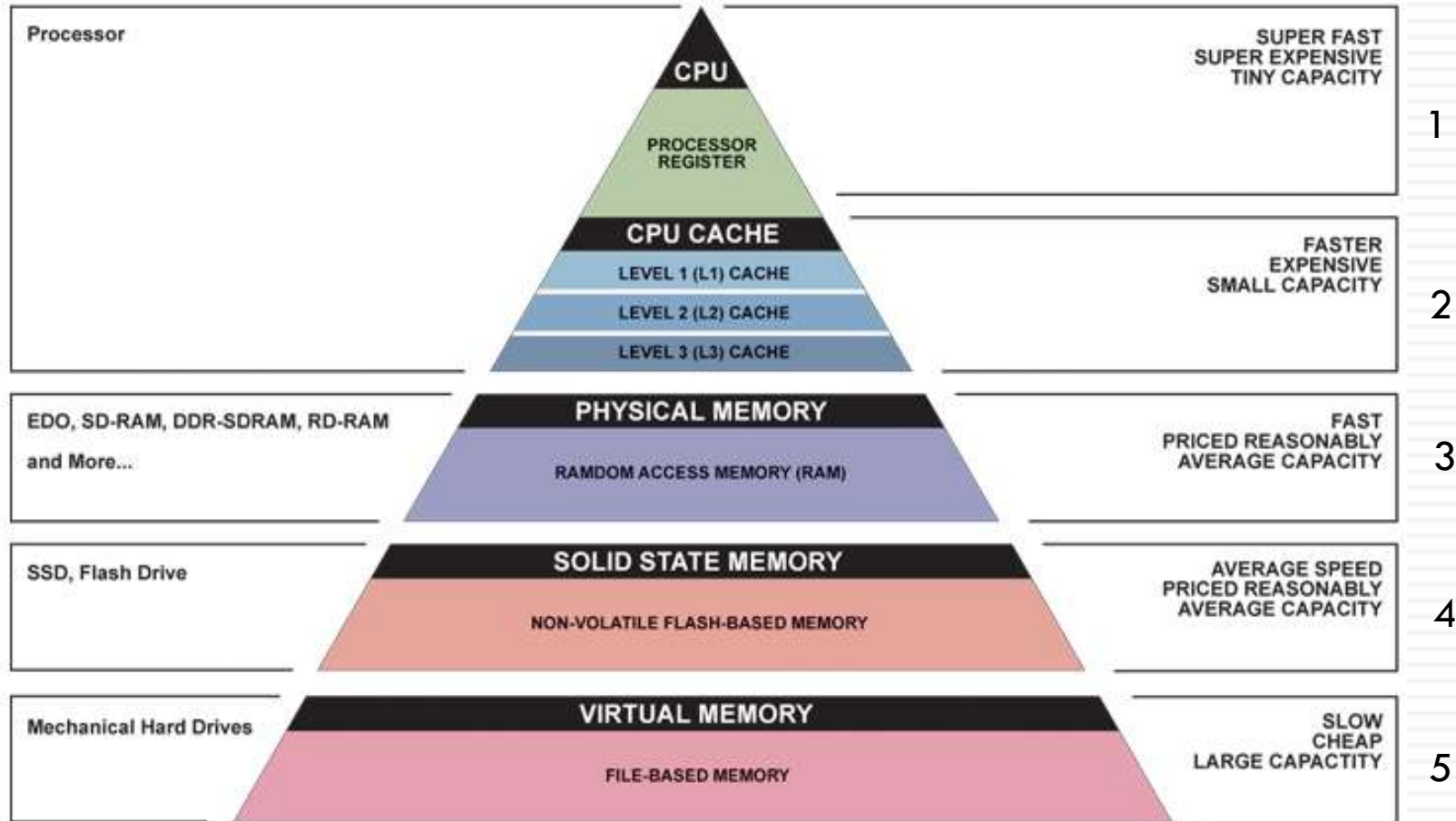
- On distingue la mémoire vive (ou RAM) de la mémoire morte (ou ROM).

2. CLASSIFICATION

On peut également donner une autre classification qui tient compte de l'éloignement par rapport au processeur :

1. Les **registres** sont les éléments de mémoire les plus rapides. Ils sont situés au niveau du processeur et servent au stockage des opérandes et résultats intermédiaires.
2. La **mémoire cache** est une mémoire rapide de faible capacité destinée à accélérer l'accès à la mémoire centrale en stockant les données les plus utilisées.
3. La **mémoire centrale** contient les programmes (code + données) et est plus lente que les deux mémoires précédentes.
4. La **mémoire d'appui** est l'équivalent de la mémoire cache pour la mémoire de masse.
5. La **mémoire de masse** est un support de stockage généralement

2. CLASSIFICATION



▲ Simplified Computer Memory Hierarchy
Illustration: Ryan J. Leng

3. LA MÉMOIRE VIVE : RAM

- La **mémoire vive** ou **RAM** (Random Access Memory) pour mémoire à accès aléatoire, est une mémoire volatile.
- Ses caractéristiques sont les suivantes :
 - elle sert à stocker les programmes exécutés par le processeur,
 - elle est accessible en lecture et en écriture,
 - elle est organisée sous forme matricielle.

3. Différents formats et types de mémoire vive

Chaque format est reconnaissable par ses encoches particulières

Il existe différents formats de mémoire vive :

Formats de mémoires vives	Description
RIMM	ces barrettes mémoire disposent de 184 connecteurs (pins) avec une capacité de 64 bits.
DIMM	les mémoires vives de format DIMM ont la particularité d'avoir des connecteurs de chaque côté, avec une capacité de 64 bits minimum et 168 connecteurs. Il s'agit du format le plus courant.
SIMM	mémoires avec 30 ou 72 connecteurs et d'une capacité de 8 ou 32 bits. Ce format n'est plus utilisé depuis quelques années, on le retrouve uniquement sur les vieux ordinateurs.
SO DIMM	format de mémoire vive pour les ordinateurs portables.

3. Différents formats et types de mémoire vive

À côté du format de mémoire vive, on doit aussi différencier les types de barrettes mémoires :

types de barrettes	Description
DRAM	ancien format qui n'est plus utilisé, mais que l'on peut retrouver sur de vieilles machines.
SD RAM	Les barrettes du type SD RAM ne se retrouvent aussi que sur les anciens ordinateurs. Ces barrettes ont un format DIMM 168.
DDR SD RAM	on retrouvait principalement la mémoire vive de type DDR sur les ordinateurs d'entrée de gamme. Ce type est de moins en moins répandu. Les barrettes mémoires DDR sont au format DIMM 184. Elles sont deux fois plus rapides que les barrettes SD RAM et ont une fréquence allant de 100 à 275 MHz.
DDR2 SD RAM	à sa sortie, ce type de mémoire était principalement installé dans les ordinateurs haut de gamme, mais maintenant il s'agit d'un des types de mémoires les plus utilisés. Les DDR2 sont au format DIMM 240 et sont deux fois plus rapides que les DDR SDRAM, elles ont une fréquence de 200 à 533 MHz.
DDR3 SD RAM	type de barrette mémoire le plus récent, les barrettes DDR3 sont au format DIMM 240. Elles sont deux fois plus rapides que les DDR 2 dans le traitement des données, et ont une fréquence de 266 à 400 MHz.

3. Mémoire vive : comparer et choisir pour son ordinateur

Pour choisir sa mémoire vive, il conviendra de comparer un certain nombre d'éléments dont :

- la capacité de stockage,
- le temps d'accès et de cycle,
- le débit,
- le format,
- le type de mémoire,
- la qualité,
- la marque.

3. LA MÉMOIRE VIVE : RAM

- Il existe deux grandes familles de mémoires vives :

1. RAM Statiques : SRAM

2. RAM Dynamiques : DRAM

Type de mémoire	Temps d'accès
SRAM	6 à 25 ns
DRAM	60 à 120 ns
Disque Dur	100 à 200 ms

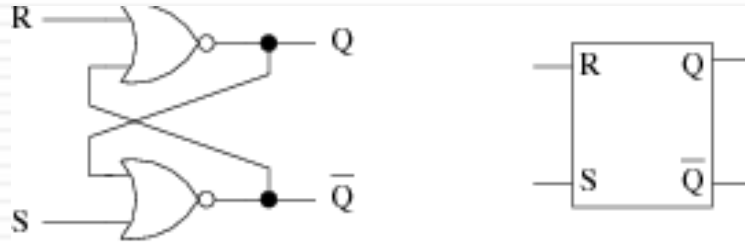
Caractéristiques des mémoires

3.1 LA MÉMOIRE VIVE STATIQUE : SRAM

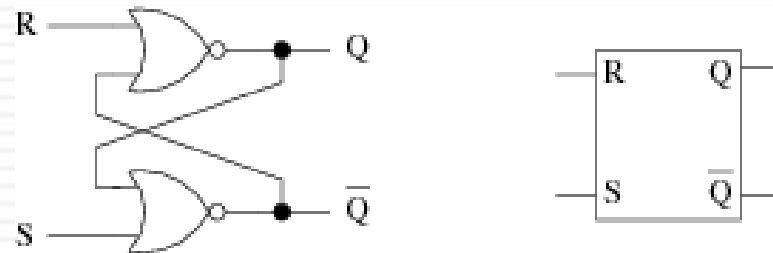
- Chaque bit d'une SRAM est formé par une bascule (latch) constituée par 4 à 6 transistors.
- L'information stockée peut être maintenue sans dégradation pendant un certain temps.
- L'intérêt de ce type de mémoire est sa vitesse (quelques ns) mais son coût est prohibitif.
- une bascule est composée de deux portes NOR constituée chacune de deux transistors (soit un total de 4 transistors pour un bit d'information).
- En conséquence on utilisera la SRAM lorsque le facteur vitesse est critique et notamment pour des mémoires de petite taille comme la mémoire cache.

3.1 LA MÉMOIRE VIVE STATIQUE : SRAM

- Bascule RS constituée de 2 portes NOR



- La bascule RS comporte :
 - deux entrées notées R (Reset) et S (Set)
 - deux sorties désignées par Q et \bar{Q} qui ont normalement des valeurs inverses.



3.1 LA MÉMOIRE VIVE STATIQUE : SRAM

- En fonctionnement normal les entrées R et S sont en position basse (ou à 0).
- On doit alors mettre une des entrées en position haute (1) pour changer l'état de la bascule.
- L'étude de la bascule RS montre que :
 - la mise à 1 momentanée de S force Q à 1 et $\neg Q$ à 0
 - la mise à 1 momentanée de R force Q à 0 et $\neg Q$ à 1
 - la mise à 1 momentanée de R et S provoque une situation indésirable. Cela provoque la mise à 0 de Q et $\neg Q$.
 - Lorsque S et R reviennent en position basse l'état de la sortie est déterminé par la porte qui revient à 0 en premier.

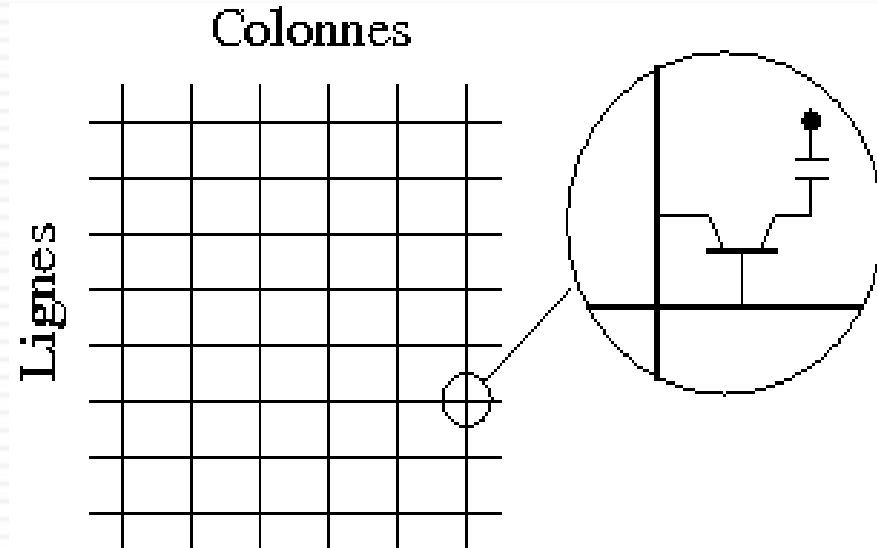
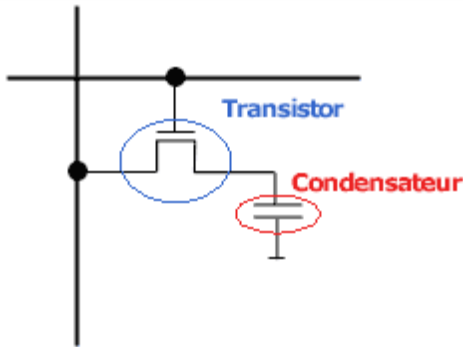
3.1 LA MÉMOIRE VIVE STATIQUE : SRAM

- On supposera que le cas $R = S = 1$, qui consiste à vouloir mettre la bascule à 0 et à 1 ne se produira jamais.
- On peut résumer le fonctionnement de la bascule RS par le tableau suivant :

S	R	Sortie
0	0	inchangée
0	1	Q = 0
1	0	Q = 1
1	1	erreur

3.2. LA MÉMOIRE VIVE DYNAMIQUE : DRAM

- Chaque bit d'une DRAM est constitué par un transistor et un condensateur :
 - le condensateur détermine la valeur du bit : le bit vaut 1 si le condensateur est chargé, il vaut 0 dans le cas contraire.
 - le transistor gère l'accès au condensateur



3.2. LA MÉMOIRE VIVE DYNAMIQUE : DRAM

- L'inconvénient des DRAM est que le condensateur possède une tendance naturelle à se décharger.
- Pour que l'information reste cohérente, on va devoir réaliser un rafraîchissement de la mémoire toutes les quelques millisecondes.
- Ce rafraîchissement consiste à lire et à réécrire la donnée.
- Les avantages de la DRAM sont :
 - sa grande densité d'intégration (car un bit est représenté par un transistor),
 - son faible coût de fabrication,
 - sa faible consommation électrique (entre un sixième à la moitié de celle des SRAM).
 - En revanche le temps d'accès de la DRAM est plus important que celui de la SRAM (environ 50-70 ns).

3.2. LA MÉMOIRE VIVE DYNAMIQUE : DRAM

Il existe deux types de mémoires dynamiques :

- 3.2.1. Mémoires synchrones et asynchrones
 - 3.2.1.1. Mémoire asynchrone :
 - pour ce type de mémoire, l'intervalle de temps entre deux accès mémoire consécutif n'est pas régulier. Le processeur ne sait donc pas quand l'information qu'il attend est disponible et doit attendre (wait-state) que la mémoire lui transmette les données.
 - 3.2.1.2. Mémoire synchrone :
 - la cadence de sortie des informations est régulière, on évite ainsi les états d'attente (wait state) du processeur.

3.2. LA MÉMOIRE VIVE DYNAMIQUE : DRAM

3.2.2. Comparaison SRAM / DRAM

Étant donné les caractéristiques des SRAM et DRAM, on peut en déduire les propriétés suivantes :

- les DRAM sont plus lentes que les SRAM car durant le rafraîchissement on ne peut accéder aux données
- cependant, les DRAM ont une densité d'intégration plus grande que les SRAM : en effet le couple transistor + condensateur occupe moins de place que les 4 à 6 transistors des SRAM

En résumé :

- la SRAM est rapide mais chère
- la DRAM est lente mais bon marché

4. LA MÉMOIRE MORTE : ROM

- Les mémoires mortes ou ROM (Read Only Memory) sont des mémoires non volatiles qui sont vouées à être accédées en lecture en fonctionnement normal.
- Elles contiennent du code et des données qui ne sont pas amenés à changer souvent.
- Les ROM contiennent généralement les routines d'accès de base aux périphériques.

4. LA MÉMOIRE MORTE : ROM

4.1. ROM classiques

- L'information contenue dans ces mémoires est enregistrée de manière irréversible lors de la fabrication du circuit.
- Le principe de réalisation de ces mémoires est le réseau de diodes.

4.2. PROM

- La mémoire PROM (Programmable ROM) est une ROM à enregistrement irréversible qui peut être programmée par un utilisateur grâce à un dispositif appelé programmeur de PROM.

4. LA MÉMOIRE MORTE : ROM

4.3. EPROM et EEPROM

- Les EPROM (Erasable Programmable ROM) présentent l'avantage de pouvoir être effacées et réécrites.
 - Pour effacer une EPROM il faut la soumettre à un rayonnement ultraviolet pendant 30 minutes.
 - Elles sont facilement reconnaissables en raison de la présence sur leur face supérieure d'une fenêtre de quartz obturée par un adhésif afin de les soustraire aux rayonnements ultraviolets naturels (soleil, néon).
- Les EEPROM (Electrically EPROM) quant à elles utilisent un procédé électrique pour l'effacement des données. Elles sont donc bien plus pratiques que les EPROM.

4. LA MÉMOIRE MORTE : ROM

4.4. Flash

- Les mémoires Flash réalisent la synthèse des technologies EEPROM et SRAM.
- Elles sont rapides, ne nécessitent pas de rafraîchissement.
- Elles sont effaçables et reprogrammables rapidement par blocs de 64 Ko.
- son prix de revient est assez élevé et on ne peut la reprogrammer qu'un nombre limité de fois (environ 100.000).

4. ORGANISATION DE LA MÉMOIRE

Mémoire, tout dispositif électronique capable de conserver et restituer une information.

D'une manière générale, l'information est mémorisée dans un format binaire, c'est à dire que l'information la plus élémentaire est le bit.

On parle souvent d'octet (byte en anglais), qui correspond à une information de 8 bits (ce qui correspond souvent au codage d'un caractère alphanumérique).

Le mot sera l'ensemble de bits pouvant être lus ou écrits simultanément.

Actuellement, une taille courante est 32 bits pour les calculateurs de petite et moyenne taille.

Pour les grosses machines, la taille d'un mot pourra être de 64 bits.

4. ORGANISATION DE LA MÉMOIRE

Mode d'accès

Le mode d'accès caractérise la manière de retrouver une information mémorisée.

Le mode d'accès le plus utilisé est **l'accès direct** ou accès **aléatoire**.

Dans ce cas, pour retrouver une information, on utilise une **adresse**.

4. ORGANISATION DE LA MÉMOIRE

Capacité

La capacité d'une mémoire représente le nombre d'informations qu'elle peut contenir.

On l'exprime le plus souvent par une puissance de 2 (1024, 2048, ...). Pour simplifier, on utilise les unités suivantes :

Kilo: $1K = 2^{10} = 1\ 024$

Méga: $1M = 2^{20} = 1\ 048\ 576$

Giga: $1G = 2^{30} = 1\ 073\ 741\ 824$

Téra: $1T = 2^{40} = 1\ 099\ 511\ 627\ 776$

Peta: $1P = 2^{50} = 1\ 125\ 899\ 906\ 842\ 620$

4. ORGANISATION DE LA MÉMOIRE

Temps d'accès

Le temps d'accès est le temps qui sépare le moment où l'on débute une opération de lecture, de l'instant d'apparition de l'information recherchée.

Ce temps est très variable suivant la technologie utilisée.

En général, plus la capacité est grande, plus le temps d'accès sera important.

Débit d'accès

Le débit d'accès représente la quantité d'informations lues ou écrites par unité de temps. On parlera ainsi de capacités en méga octets par seconde.

4. ORGANISATION DE LA MÉMOIRE

Temps d'accès

Le temps d'accès est le temps qui sépare le moment où l'on débute une opération de lecture, de l'instant d'apparition de l'information recherchée.

Ce temps est très variable suivant la technologie utilisée.

En général, plus la capacité est grande, plus le temps d'accès sera important.